



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

체육학석사 학위논문

등속성 근기능과 체력요인이
군 관련 신체수행력에 미치는 영향
- 육군사관학교 생도를 대상으로 -

Effect of Isokinetic Muscle Function and
Fitness Components on Military Performance

2018년 2월

서울대학교 대학원

체 육 교 육 과

최 영 환

등속성 근기능과 체력요인이 군 관련 신체수행력에 미치는 영향

- 육군사관학교 생도를 대상으로 -

지도교수 김 연 수

이 논문을 체육학 석사 학위논문으로 제출함

2017년 12월

서울대학교 대학원

체 육 교 육 과

최 영 환

최영환의 체육학석사 학위논문을 인준함

2017년 12월

위 원 장 송 욱 (인)

부위원장 문 효 열 (인)

위 원 김 연 수 (인)

국 문 초 록

등속성 근기능과 체력요인이 군 관련 신체수행력에 미치는 영향

- 육군사관학교 생도를 대상으로 -

최 영 환

서울대학교 대학원

체 육 교 육 과

본 연구의 목적은 군 관련 신체수행력과 등속성 근 기능 및 체력 요인 간의 관련성을 분석하여 임무수행능력 향상에 필요한 체력 요소를 도출하고, 훈련 프로그램 개발 시 기초자료로 제공하는데 있다.

연구 대상은 육군사관학교 3학년 생도들 중 군 정기 신체검사에서 의학적 이상 소견이 없고, 측정일 기준 3개월 이내 근골격계 부상을 경험하지 않은 42명을 대상으로 하였다. 군 관련 신체수행력은 산악뽕걸음, 순환장애물, 종합전투행동으로 평가하였으며, 각 과업을 수행하는데 소요되는 총 시간을 측정하였다. 등속성 근 기능은 요부관절, 슬관절, 발목관절의 근력과 근지구력, 근력 비율을 측정하였으며, 체력 요인은 심폐지구력, 상체 근지구력, 신체조성, 동적 평형성, 유연성을

측정하였다.

측정된 군 관련 신체수행력과 각 독립 변인 간의 상관관계 분석결과, 산악뽕걸음은 심폐지구력, 요부관절 신근의 최대 근력, 슬관절 굴근의 최대 근력, 슬관절의 굴근력/신근력 비율, 슬관절 굴근 최대 근력의 좌·우 차이에서 통계적으로 유의한 상관관계가 나타났다. 이와 같은 요인들과 산악뽕걸음의 다중회귀 분석 결과, 산악뽕걸음에 가장 영향력이 큰 요인은 슬관절 굴근의 최대근력으로 나타났으며, 그 다음으로 심폐지구력이 산악뽕걸음 시간에 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 순환장애물은 유연성과 통계적으로 유의한 상관관계가 나타났으며, 종합전투행동은 측정했던 여러 요인들과 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

결론적으로, 현재 군에서 체력 검정종목으로 측정하는 심폐지구력, 상체 근지구력 이외에 요부 관절과 슬관절의 근기능, 유연성이 군 관련 신체수행력과 밀접한 관련이 있었다. 따라서, 군의 임무수행능력 향상을 위해서는 체력 검정 종목과 더불어 군 관련 신체수행력과 관련된 근 기능 및 여러 체력 요인들을 향상시킬 수 있는 훈련 프로그램이 개발되고 진행되어야 한다.

주요어 : 군 관련 신체수행력, 등속성 근 기능, 체력 요인, 다중회귀

학 번 : 2016-21634

목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구의 필요성	1
제 2 절 연구의 목적	4
제 3 절 연구의 가설	4
제 4 절 용어의 정의	4
제 2 장 이론적 배경	7
제 1 절 군(軍)에서의 체력	7
제 2 절 군 관련 신체수행력	11
제 3 절 등속성 근 기능	15
제 3 장 연구 방법	19
제 1 절 연구 대상	19
제 2 절 실험방법 및 절차	19
제 3 절 측정 항목 및 방법	20
제 4 절 자료 처리	27
제 4 장 연구 결과	28
제 1 절 군 관련 신체수행력 측정 결과	28
제 2 절 체력 요인 측정 결과	28
제 3 절 등속성 근기능 측정 결과	30
제 4 절 군 관련 신체수행력과 등속성 근기능 및 체력 요인의 상관관계	33
제 5 절 군 관련 신체수행력과 등속성 근기능 및 체력 요인간의 회귀분석 .	35
제 5 장 논의	38
제 1 절 산악 뚝길음 수행 능력	38
제 2 절 장애물 극복 능력	43
제 3 절 종합전투행동 수행 능력	46
제 4 절 군(軍) 체력관리	49
제 6 장 결론 및 제언	51
참고문헌	53
Abstract	70

표 목차

[표 1] 체력의 구성 요소.....	8
[표 2] 각 관절 근육군의 적절한 근력 균형 비율.....	17
[표 3] 군 관련 신체수행력 측정 결과.....	28
[표 4] 신체조성 측정 결과.....	29
[표 5] 심폐지구력, 상체 근지구력, 악력, 유연성, 동적 평형성 측정결과....	29
[표 6] 요부관절의 등속성 근기능 측정결과.....	30
[표 7] 슬관절의 등속성 근기능 측정결과.....	31
[표 8] 발목관절의 등속성 근기능 측정결과.....	32
[표 9] 산악뒹걸음 시간과 등속성 근기능 및 체력 요인과 상관관계.....	33
[표 10] 장애물극복 시간과 등속성 근기능 및 체력 요인과 상관관계.....	34
[표 11] 산악뒹걸음 시간과 등속성 근 기능 및 체력 요인에 대한 다중회귀 분석....	36

그림 목차

[그림 1] 미 육사 실내 장애물 코스	14
[그림 2] 연구 설계	19
[그림 3] 산악뽕걸음 시간의 측정치와 예측치	36
[그림 4] 전투기동훈련	46

제 1 장 서 론

제 1 절 연구의 필요성

군(軍)의 본질적인 존재 이유는 국가를 방위하고, 국민의 생명과 재산을 보호하는데 있다. 군인의 전투임무 수행능력을 유지하고 향상시키기는 것은 국가 방위의 중요한 요소 중의 하나이며, 이를 위해 군인에게는 높은 수준의 체력이 필수적으로 요구된다. 미 육군은 군인의 신체적 준비성을 “전투 또는 근무 환경에서 요구하는 신체적 수준을 달성하고, 임무를 완수하며 계속하여 싸우고 이기는 능력”이라고 정의했다(Training & Command, 2010). 또한 군인은 군에서 요구하는 높은 체력적 · 신체적 수준을 달성해야 한다(J. J. Knapik, Rieger, Palkoska, Van Camp, & Darakjy, 2009).

현대 전쟁 양상에서 무거운 군장 짊어지기, 험준한 지형에서의 임무 수행, 작전 지역의 혹독한 환경을 극복하기 위해, 군인들에게는 유산소성 능력 이외에 발달된 근력과 파워가 필수적이다(Dean, 2008; Nindl et al., 2013). 이러한 작전 환경과 군의 특수성에 기인하여 군은 체력 훈련을 통해 장병들을 강인한 신체적 역량을 가진 전투원으로 육성하고 있다.

군에서의 전투 훈련은 실제 군에서 전투 임무 시에 필요한 능력 향상시키기 위해 전 세계 각 군의 특성에 적합하게 수행되고 있다(Nato & Technology Organization, 2009). 각 군마다 전투 임무 수행시 필요한 신체적인 요구는 국가별로 구명되어져 왔으며(Bilzon, Scarpello, Bilzon, & Allsopp, 2002; Deakin et al., 2000; Sharp, Patton, & Vogel, 1996;

Valk, Pasman, & Tno, 2005), 대부분이 본인의 체중 이외에 군장, 전투 하중과 같은 추가적인 무게와 부하를 수반하는 것이다. 군인들이 운반해야 하는 무거운 하중에 대해서 보상작용을 하거나, 이에 대한 부담을 감소시키기 위한 방법 중 하나는 군인들의 신체적 능력을 강화하는 것이다(Knapik & Army Research Inst Of Environmental Medicine Natick, 1989).

여러 선행 연구에서는 물건 운반(carrying), 들기(lifting), 밀기(pushing), 당기기(pulling)를 일반적인 범주로 하는 군 특성을 반영한 신체 업무들이 유산소적 능력과 근력을 통합적으로 요구하는 것이라고 보고하였다(Nato & Technology Organization, 2009; M Rayson, Holliman, & Belyavin, 2000; Sharp et al., 1996; Vickers & Naval Health Research Center San Diego, 2002).

현재까지 군에서는 훈련 프로그램 진행에 편의성이 있으며, 제한된 시간 동안 많은 인원이 동시에 진행할 수 있는 유산소성 지구력 훈련이 주로 진행되었다. 이는 근골격계의 기능적 특성을 간과하고, 실제 임무 지향적인 신체 요구에 초점을 맞추어 진행되지 않는다는 점에서 한계가 있다(Kraemer & Szivak, 2012).

등속성 운동과 검사는 근력과 근지구력, 파워를 포함한 근 기능에 대한 평가에 매우 효과적이며(Davies et al., 1981; Kannus, 1991), 트레이닝 및 재활에 대한 연구를 포함한 넓은 범위에서 사용되고 있다(Perrin, 1993). 동적인 근육의 힘과 파워는 운동 수행 능력을 효과적으로 평가할 수 있으며(Murphy & Wilson, 1996; Wilson & Murphy, 1996), 운동 선수 집단에서 동적인 경기 상황에서 속도에 기반한 근 수축 특성을 반영하기 위해 등속성 검사는 광범위하게

사용되고 있다(Amundsen, 1990; Dietrich, 1982; Hulens, Vansant, Lysens, Claessens, & Muls, 2002). 군에서도 군의 임무 특성을 반영한 신체 수행 업무에서 요구되는 근 기능에 대한 평가가 중요하지만, 이에 대한 연구는 제한적이다.

우리 군의 체력 검정은 심폐지구력(3km 달리기), 상체 근력 및 근 지구력(팔 굽혀 펴기, 윗몸 일으키기)을 측정하는 것이며, 이는 군 특성을 반영한 신체 수행 능력과 이와 관련된 체력 요인을 평가하는데 제한점이 있다. 특히, 신체 후면 근육과 하체 근 기능에 대한 평가체계는 현재 부재하며, 그 중요성은 인지되고 있으나(Nindl & Army War, 2012) 실질적으로 훈련이나 평가가 시행되지 않고 있다. 또한, 전투 임무와 관련된 신체적 부담에 많이 노출되어 있고, 부상이 가장 빈번한 요추(J. J. Knapik, Harman, Steelman, & Graham, 2012; Roy, Knapik, Ritland, Murphy, & Sharp, 2012), 슬관절(J. J. Knapik et al., 2001; M. Robinson et al., 2016; Sammito, Gundlach, & Böckelmann, 2016), 발목관절(김재우, 2017)에서의 근 기능이 군 관련 신체 수행력에 미치는 영향을 이해하는 것은 군인들의 부상 방지와 임무 수행능력 향상에 중요하다.

육군사관학교에서는 군 임무 특성을 반영하는 전투체력단련의 일환으로 장애물 극복 훈련, 종합전투행동, 산악뽕걸음 훈련을 생도들을 대상으로 실시하고 있다(김재우, 2016). 근 기능 특성과 종합적인 체력 요소가 이러한 군 관련 신체 수행력에 어떤 영향을 미치는지에 대해서는 연구되어야 할 필요가 있다. 더불어 이에 근거한 전투임무 지향적인 체력 발달을 도모하고, 적절한 훈련 방법 및 평가 절차를 개발하여 군의 전투력 향상에 기여해야 한다.

제 2 절 연구의 목적

본 연구의 목적은 등속성 근기능, 체력 요인과 군 관련 신체수행력 간의 관련성을 구명하여 군 특성을 고려한 체력 관리 및 검사 프로그램 개발 시 기초자료로 제공하는 것이다.

제 3 절 연구의 가설

본 연구의 가설은 다음과 같다.

1. 요부 관절의 근력과 근지구력은 군 관련 신체수행력과 유의한 상관관계가 있을 것이다.
2. 슬관절의 근력과 근지구력은 군 관련 신체수행력과 유의한 상관관계가 있을 것이다.
3. 발목 관절의 근력과 근지구력은 군 관련 신체수행력과 유의한 상관관계가 있을 것이다.
4. 근력이 균형적으로 발달할수록 군 관련 신체수행력은 높을 것이다.
5. 체력 수준이 높을수록, 군 관련 신체수행력은 높을 것이다.

제 4 절 용어의 정의

본 연구에서 사용된 주요 개념들에 대한 정의는 다음과 같다

1) 등속성 근 기능

(1) 근력(Peak torque)

피크 토크는 등속성 근력 측정 시 사용되는 근력의 최대 값이다. 등속성 근력 측정 단위는 토크(torque)이며, 한 지점에서 작용점까지의 거리와 작용점에서 수직으로 작용하는 힘을 곱한 값으로, 흔히 단위는 N·m를 사용한다.

(2) 단위 체중 당 근력(Peak torque %BW)

단위 체중 당 근력은 자가 체중을 지지하는 개인 근육계의 기능적 근력을 평가하고, 개인간 비교를 위한 도구로 사용된다. 측정 단위는 비율(%)이며, 근력(peak torque)을 체중(kg)으로 나눈 값이다.

(3) 근지구력 비율(Endurance Ratio)

근 지구력 비율은 운동 수행 세트에서, 총 반복 횟수를 반으로 나누었을 때 후반부(50%)의 총 일량(total work done)을 전반부(50%)의 총 일량으로 나눈 값이다. 총 일량이 전반부에 비해 후반부에서 어느 정도 비율로 감소했는지 나타내는 지표이다.

2) 군 관련 신체수행력

군 관련 신체수행력은 순환 장애물 극복 능력, 종합전투행동 수행 능력, 산악 뒹굴음으로 구성되어 있다. 본 연구에서 군 관련 신체수행력이 높다는 것은 순환 장애물 극복 시간, 종합전투행동 수행 시간, 산악 뒹굴음 수행 시간이 짧다는 것을 의미한다.

(1) 순환 장애물

순환 장애물은 육군사관학교에 설치된 총 17개의 장애물 코스를 의미하며, 생도들이 이 모든 장애물을 극복하는데 소요되는 시간을 측정하였고, 이를 순환 장애물 극복 시간으로 정의하였다.

(2) 종합전투행동

종합전투행동은 전력 질주, 낮은 포복, 환자 후송, 탄통(15kg) 들고 달리기 등 전투 상황에서 발생할 수 있는 종합적인 능력을 의미하며, 이러한 과제들을 수행하는데 소요되는 시간을 측정하였고, 이를 종합전투행동 완료 시간으로 정의하였다. 종합전투행동 측정 시의 시작선과 끝선과의 거리는 100m이며, 생도들은 약 400m 거리를 이동하는 동시에 과제들을 수행한다.

(3) 산악 뺨걸음

산악 뺨걸음은 육군사관학교 내의 산악 지형에서 3.2km의 달리기 코스를 완주한 시간으로 정의하였다.

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 군(軍)에서의 체력

일반적으로 체력은 다양한 방식으로 정의되어 왔지만(Caspersen, Powell, & Christenson, 1985; Hopkins & Walker, 1988; Pate, 1988), 간단하게 개인이 가진 신체 활동을 수행하는 능력과 이와 관련된 특성들의 집합으로 정의할 수 있다(Powers, 2014). 체력의 특성, 구성요소는 체력이라는 개념에 구성 타당도를 부여하는 요인 분석 연구에 의해 결정되어왔다(J. J. Knapik et al., 2006). 여러 선행 연구에서는 각 연구마다 서로 다른 검사를 수행하였기 때문에, 연구자들마다 체력의 구성 요소들을 범주화하는데 차이가 있을 수 있다. 그럼에도 불구하고, 체력의 구성 요소들은 여러 방식으로 구명되어져 왔다(Fleishman, 1978; D. C. Myers, Gebhardt, Crump, & Fleishman, 1993).

군인에게 체력은 군사 작전의 핵심적인 요소이다. 군인들이 수행해야 하는 직업적 업무에 기인하여, 군인들은 항상 높은 수준의 체력을 요구 받는다(McCaig & Gooderson, 1986; Nye, 2001). 군이 갖는 본질적인 특성에 의해, 군은 일반적인 인구집단에서 강조되는 건강 관련 체력 이외에도 전투 임무와 관련된 체력을 중요하게 다루고 있다. 또한 군인에게 체력은 전투 준비성에 직접적인 영향을 미치고, 체력 훈련은 군인의 근력, 지구력, 기동력을 향상시킴으로써 군인들의 전투 준비성을 향상시킬 수 있다. 군의 체력 훈련의 추가적인 장점은 부대 응집력 강화, 강인한 정신력과 생산성 증가, 전투 준비성의

증가이다(Allison, Knapik, & Jones, 2011). 군인의 체력은 지구력, 기동력, 근력, 유연성 이 네 가지 요소로 구성되어 있으며, 훈련은 핵심 근력과 군인이 수행해야 할 임무에 기반을 기반으로 실시하고, 모든 체력 요소를 포함해야 한다(Roy, Springer, McNulty, & Butler, 2010). 최근 미 육군은 군 특성을 가장 체계적으로 반영한 교범 FM 7-22(Army Physical Readiness Training)(Army, 2012)에 의거하여 체력 훈련을 진행하고 있다. 미 육군은 일반적인 건강 관련 체력(근력, 근지구력, 유연성, 신체 조성, 심폐지구력)이 아닌, 전투 임무에 필요한 체력을 근력, 지구력, 기동력으로 범주화하고 있다.

표 1. 체력의 구성 요소 (Army, 2012)

체력 요소		개념
근력	절대근력	최대 저항에 대해 발휘할 수 있는 근육 및 근육군의 능력
	근지구력	일정 시간 내에 반복적으로 힘을 발휘하거나 정적인 수축을 유지할 수 있는 근육 및 근육군의 능력
지구력	유산소성	장기간 동안 저강도 활동을 지속하는 능력
	무산소성	단기간 동안 고강도 활동을 지속하는 능력
기동력	근력	근력과 지구력이 기능적으로 적용되는 움직임(movement)의 숙달 능력
	지구력	

근력은 군인들이 군장을 짊어진 상태로 도보행군 시(J. J. Knapik et al., 2012), 반복적으로 무거운 장비를 드는 업무를 수행 시, 부상자 집합소까지 환자 후송 시, 무장 상태에서 지속되는 작전의 혹독한 환경을 견뎌내는데 반드시 필요하며(Army, 2012), 이와 같은 군

특성을 반영한 신체 수행능력에 필수적인 요소이다(Hendrickson et al., 2010; Pandorf et al., 2002). 또한 근육이 많고, 근력이 높은 군인은 근골격계에 대한 스트레스가 상대적으로 적고, 반복적 들기, 무장 상태로 임무를 더 훌륭하게 수행할 수 있다(Harman & Army research inst of environmental medicine natic, 1997; J. J. Knapik et al., 2012).

지구력은 활동을 유지하는 능력이다. 대부분의 부대 임무를 분석한 결과는 군인에게 무산소성 지구력이 매우 중요하다는 것을 시사하고 있다. 무산소성 훈련은 유산소성 능력의 향상과 교차되고, 유산소성 훈련만으로 무산소성 능력의 향상을 기대하기는 어렵다. 효율성과 생존성을 증가시키기 위해, 군인들은 단기간의 고강도 활동을 수행하는 훈련을 해야 한다. 지속적인 달리기와 기반한 지구력 훈련은 부대의 유산소성 지구력을 향상시킬 수 있지만, 작전의 전체적인 범위에 필요한 무산소성 지구력 형태의 준비성은 기대할 수 없다(Army, 2012). 높은 유산소성 체력을 가진 군인들은 그들의 최대 능력의 일부만을 사용하여 본인에게 부여된 과업을 수행한다. 체력 수준이 높은 사람일수록 장기간 동안, 급성 피로를 적게 받고, 빠르게 회복하며, 연속적인 업무들을 진행할 수 있는 예비 능력을 더 많이 보유할 수 있다(Jones & Carter, 2000).

기동성은 근력과 지구력을 기능적으로 동시에 적용한 것으로, 움직임에 효율성을 제공하고, 임무 수행 최적화에 필수적인 요소이다(Army, 2012). 군에서의 기동성은 창문을 통해 건물 내부로 진입하는 것과 같은 장애물 극복을 위해 필요한 신체의 정확한 이동 능력이며, 스피드, 평형성, 점프, 방향 전환 능력을 포함한다. 이 기동성은 무산소성 훈련을 통해 향상시킬 수 있다(Roy et al., 2010).

미 육군의 체력 검정은 체계적인 문헌 고찰과 군 지휘관, 과학자들의 전문적인 의견에 기초하여 시행되고 있다(J. J. Knapik & East, 2014). 하지만, 미 육군의 체력 검정은 지구성 능력에 초점을 맞추어 유산소성 지구력과 상체 근지구력을 검사하기 때문에, 기동력, 근력, 무산소성 체력과 같은 다른 요소를 검사할 수 없다. 이는 전투 준비성을 적절하게 검사하고 평가하는데 적절하지 못하다(Olson, Stophel, Marine Corps, & Staff Coll Quantico, 2008). 미 육군 체력 검정 체계에 기초하여, 한국 육군에서 실시하는 체력 검정도 마찬가지로 심폐지구력(3km 달리기), 복부 근지구력(윗몸 일으키기), 상체 근지구력(팔 굽혀 펴기)에 대한 평가를 진행하고 있다. 한국군에서도 전투 임무와 관련된 체력 요소를 먼저 구명하고, 군 체력에서 측정하지 않는 여러 체력 요소에 대한 평가도 실시해야 할 필요가 있다.

제 2 절 군 관련 신체수행력

군 관련 신체수행력은 군에서 요구하는 공통 임무에 기초한다. 여러 나라 군의 공통 임무는 인력물자취급(manual materials handling), 행군, 참호 파기로 요약할 수 있다(Nato & Technology Organization, 2009). 세계 각 국의 군은 공통 임무에 의거해 임무 특성에 적합한 신체적 업무(task)를 구명해왔다. 미 육군의 경우 신체적 요구가 많은 군 관련 업무들은 들기(lift), 하역(lower), 하중 운반(load carriage), 당기기(pull), 밀기(push) 등이 있으며 이와 같은 업무들은 매우 혹독한 군사 직무 특기의 73% 이상을 차지한다(D. Myers, Gebhardt, Crump, & Fleishman, 1984). 영국 육군의 경우 64개의 신체 업무 중 57개가 들기(lift)와 운반(carry)이라고 보고했으며(MP Rayson, 1998), 미 해군에서는 84%의 업무가 들기(lift), 운반(carry), 당기기(pull)를 포함한 신체적인 요구라고 보고했다(Robertson, Trent, Navy Personnel, Developmentcenter San Diego Ca, & Personnel, 1985). 임무 수행 시 요구되는 신체적 능력은 임무의 특성, 개인의 능력, 외부 환경에 따라 다를 수 있다. 구명된 공통 임무에 필요한 신체 수행 능력인 들기, 운반, 행군과 체력 요인 간의 관계는 선행연구에서 다양하게 보고되었다.

들기(lift)는 체지방량(Beckett et al., 1987; Nottrodt & Celentano, 1987)이 가장 우수한 예측 인자 중 하나라고 보고되었으며, 그 외에도 정적 근력(Nottrodt & Celentano, 1987; Teves et al., 1985), 등속성 요부 관절 신근력(PYTEL & KAMON, 1981), 등속성 들기(Aghazadeh & Ayoub, 1985; PYTEL & KAMON, 1981), 점증적 들기(incremental

lift machine) (Ayoub et al., 1982; Beckett et al., 1987)와 같은 동적 근력과 상관관계가 높았다.

운반(carry) 능력은 악력(Rice & Sharp, 1994), 점증적 들기로 측정된 동적 상체 근력(Beckett et al., 1987; D. Myers et al., 1984), 멀리 뛰기로 측정된 동적 하체 근력(Beckett et al., 1987), 신체 조성과 최대 산소 섭취량(VO_{2max})으로 평가된 유산소성 능력(Pandorf et al., 2002)이 상관관계가 높은 예측인자이다.

행군 능력은 모든 체력 요소와 상관관계가 높았다. 근력 검사 중에는 상체 근력, 악력, 요부관절 굴근력(Knapik et al., 1990), 등속성 슬관절 굴근력(Dziados et al., 1987; Mello, Damokosh, Reynolds, Witt, & Vogel, 1988), 등속성 슬관절 신근력(Mello et al., 1988), 발목 저측굴곡력(Knapik et al., 1990)이 행군 수행능력과 상관관계가 높았다. 근지구력 중에서는 슬관절 굴근(Mello et al., 1988)이 우수한 예측인자였다. 유산소 능력은 슬관절 굴근의 지구력 다음으로(Dziados et al., 1987) 상관관계가 높은 예측 인자로 보고되었다.

일반적으로 무거운 중량을 드는 것과 관련된 신체적 업무는 근골격계 통증의 발생과 관련이 있고, 이러한 업무가 많을수록 신체에 가해지는 부담은 증가한다(de Zwart, Broersen, Frings-Dresen, & van Dijk, 1997). 이 때문에 근골격계의 특성을 고려한 신체 능력의 향상이 필요하다.

미래 전투원에 대한 현재의 군사 교리는 험준한 환경에서 사전 적응이나 준비 없이, 장시간 동안 작전을 수행하는 능력과 이러한 상황에 빠르게 생리적으로 적응할 수 있는 군인들을 요구하고 있다(Allison et al., 2011). 또한 전투원으로서 군인은 강해야 할 뿐만

아니라, 무거운 하중 옮기기, 반복적 들기 업무, 군장을 착용한 상태에서의 달리기, 장애물 및 험준한 지형 극복 등과 같은 다양한 임무를 수행한다. 이를 위해서는 근지구력과 여러 종합적인 신체적 능력을 갖추어야 한다. 이와 같은 이유로, 전술적인 임무를 수행해야 하는 군인들을 위한 체력 훈련은 유산소성 능력, 근지구력, 근력, 파워에 기반한 전체적이고, 연속적인 신체 수행능력을 다루어야 한다(Kraemer & Szivak, 2012; Nindl et al., 2013).

앞서 언급한 것과 같이 종합적인 요소가 적용된 것으로, 미 육군사관학교에서는 실내 장애물 코스 훈련장을 설치하고, 장애물 극복 훈련을 실시하고 있다<그림 1>. 장애물 극복 수행 능력은 생도들의 신체적 역량을 평가하는 가장 관련 있는 체력 과업으로 간주되고, 이에 대한 평가를 매년 실시한다. 이 검사는 11개의 장애물을 극복하는 것으로, “낮은 포복, 타이어 사이 달리기, 난간 뛰어 넘기(two-handed vault), 선반 올라가기(shelf-mount), 난간 건너기, 타이어 통과하기, 수평대 달리기, 수직 벽 넘기, 수평 사다리 건너기, 줄 타기, 트랙 2.75바퀴 달리기”를 포함한다. 장애물 극복 검사는 생도들의 협응(coordination) 능력, 균형, 민첩성, 근력, 근지구력, 유산소성 능력, 기초적인 움직임 기술을 수행하는 능력을 검사하기 위해 고안되었다. 이와 같은 미 육군사관학교의 장애물 극복 검사는 미 육군이 달성해야 할 기동성, 근력, 지구력을 향상시키는 지침을 제공하고 있다(NOWELS & TSAC-F, 2015).

우리나라의 육군사관학교에서도 전투체력단련의 일환으로, 생도들의 전체적인 신체적 역량의 발달을 도모하기 위해 장애물 극복 훈련, 종합전투행동 훈련, 산악 극복 훈련을 진행하고 있다(김재우, 2016).

장애물 극복 훈련은 외줄 타기, 담장 넘기, 경사판 오르기, 계곡 뛰기, 타잔 나무 타기, 전선 넘기, 철조망 통과하기, 울타리 넘기, 외다리 건너기, 아일랜드 탁자 넘기, 사다리 오르기, 지그재그 건너기, 터널 및 2단봉 넘기, 섬 뛰어 넘기, S자 통과하기, 3층 담넘기로 총 17개의 장애물을 극복하는 훈련이다. 종합전투행동은 전력질주, 포복, 환자 후송, 환자 어깨 메고 달리기, 탄통 들고 달리기 등으로 구성된 전투 상황에서 발생할 수 있는 신체 수행 능력에 대한 훈련이다. 산악뽕걸음은 70%이상이 산악으로 발달된 한반도의 지형적 특성에 기반하여 고안되었으며, 육군사관학교 내의 산악지형 3.2km 구간을 완주하는 훈련이다.

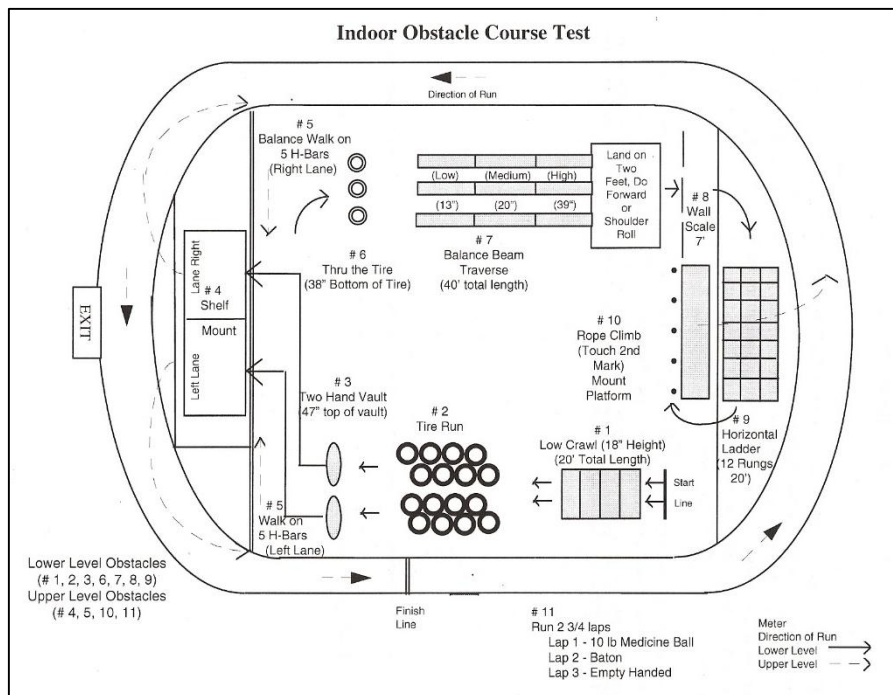


그림 1. 미 육사 실내 장애물 코스(NOWELS & TSAC-F, 2015)

제 3 절 등속성 근 기능

힘을 생산하는 근육의 능력은 정적 · 동적 수축을 통해 평가될 수 있다. 특히, 운동 선수 집단에서 동적인 경기 상황의 근육 수축 속도에 기반한 근육의 기능적 특성을 반영하기 위해, 등속성 검사는 광범위하게 사용되었다(Amundsen, 1990; Dietrich, 1982; Hulens et al., 2002).

등속성 운동은 일정한 각속도에서 근 수축을 하는 운동이며, 등속성 장비는 미리 정해진 각속도에서 개인이 발현할 수 있는 최대한의 힘을 가할 수 있게 한다(Perrin, 1993). 미리 설정된 속도에서, 등속성 장비에 가해지는 힘의 증가는 등속성 장비가 그 증가한 힘만큼의 저항을 일으키고, 반대로 장비에 가해지는 힘의 감소는 그 정도만큼의 힘의 감소로 이어진다(Moffroid, Whipple, Hofkosh, Lowman, & Thistle, 1969).

등속성 운동의 장점은 상대적으로 약한 근육군을 따로 분리해서 운동시킬 수 있고, 운동 수행시의 가동범위 내에서 최대 저항을 제공할 수 있다는 것이다. 또한, 등속성 장비의 내재적인 안전 장치에 의해 안정성을 도모할 수 있고, 근 기능을 정량적으로 측정할 수 있다(Perrin, 1993). 또한 측정 결과지의 그래프를 통해 어느 운동 범위에서 문제가 발생했는지 알 수 있다. 고가의 장비 비용, 조작자의 장비에 대한 숙달 상태와 전문 지식이 필요하다는 단점에도, 많은 연구에서 장비의 높은 타당도와 신뢰도에 의거하여 사용하고 있다(Bemben, Grump, & Massey, 1988; Farrell & Richards, 1986; Karatas, Gögüs, & Meray, 2002; Molczyk, Thigpen, Eickhoff, Goldgar, & Gallagher, 1991; Pincivero, Lephart, & Karunakara, 1997; Sole, Hamrén, Milosavljevic,

Nicholson, & Sullivan, 2007).

등속성 장비에 의한 근 기능에 대한 측정은 근력(peak torque), 근 파워(muscle power), 근지구력(muscle endurance), 일량(work), 주동근과 길항근의 근력 비율 등을 포함한다. 운동 선수의 경기 수행능력과 등속성 근 기능 평가의 높은 상관관계는 여러 선행 연구에서 보고되었다. 점프 수행(jumping) (Malliou, Ispirlidis, Beneka, Taxildaris, & Godolias, 2003; Menzel et al., 2013; Paasuke, Ereline, & Gapeyeva, 2001; Vithoulka et al., 2010), 달리기(sprinting) (Blazevich & Jenkins, 1998; Cotte & Chatard, 2011; Dowson, Nevill, Lakomy, Nevill, & Hazeldine, 1998; Newman, Tarpenning, & Marino, 2004), 공을 차는 동작(kicking) (Cerrah & Ertan, 2015; Cometti, Maffiuletti, Pousson, Chatard, & Maffulli, 2001; Masuda, Kikuhara, Demura, Katsuta, & Yamanaka, 2005; Noguchi, Demura, & Nagasawa, 2012) 던지기(throwing) (Bartlett, Storey, & Simons, 1989; Bayios, Anastasopoulou, Sioudris, & Boudolos, 2001; Fleck et al., 1992; Wooden et al., 1992), 조정(rowing) (McGregor, Hill, & Grewar, 2004; Tachibana, Yashiro, Miyazaki, IKEGAMI, & Higuchi, 2007) 등의 여러가지 운동 수행에서 관련성이 높았다.

등속성 근력, 근지구력 이외에도, 근력의 비율도 운동 수행능력의 기능적인 측면에서 중요하다. 사지의 양측(bilateral) 비교, 상호작용하는 주동근(agonist)과 길항근(antagonist)의 동측(ipsilateral) 비교로 근력 비율을 측정할 수 있다. 근육의 불균형은 재활과 운동 수행 분야에서 빈번하게 사용되는 용어이며, 이는 근육군의 수행능력 차이를 나타낸다(Schlumberger et al., 2006). 양쪽의 근력 불균형(strength

imbalance)은 양측 근육군의 근력 비율 또는 근력 차이로 인한 결핍(deficit)으로 나타낼 수 있다(Kuruganti, Parker, Rickards, Tingley, & Sexsmith, 2005). 양측의 근력 차이가 10% ~ 15% 이상 날 때 유의한 근력의 불균형이라고 한다(Brown, 2000; Ellenbecker & Davies, 2000). 동측 근력의 적절한 주동근, 길항근의 비율은 다음과 같다(Wathen, 1994).

표 2. 각 관절 근육군의 적절한 근력 균형 비율(Wathen, 1994)

관절	운동 형태	근육	근력 비
발목	저축굴곡/배축굴곡	비복근 / 전경골근	3 : 1
발목	내번/외번	전경골근 / 비골근	1 : 1
무릎	신전/굴곡	대퇴사두근 / 슬괵근	3 : 2
둔부	신전/굴곡	척추기립근, 대둔근, 슬괵근 / 장요근, 복직근, 대퇴근막장근	1 : 1
어깨	굴곡/신전	전면 삼각근 / 승모근, 후면 삼각근	2 : 3
어깨	내전/외전	견갑하근 / 극상근, 극하근, 소원근	3 : 2
팔꿈치	굴곡/신전	이두근 / 삼두근	1 : 1
요추	굴곡/시전	요근, 복근 / 척추기립근	1 : 1

근력의 불균형이 근육 염좌와 부상을 예견하는 요인이 될 수 있다는 것은 여러 선행연구에서 보고되었다(Grace, Sweetser, Nelson, Ydens, & Skipper, 1984; J. J. Knapik, Bauman, Jones, Harris, & Vaughan, 1991; Smith & Spinks, 1995). 근력의 불균형에 의해 운동 선수의 운동 수행능력이 손상될 수 있고, 실제로 점프 동작 시 근력의 불균형으로 인해 점프 수행능력의 차이가 발생할 수 있다고

보고되었다(Flanagan & Harrison, 2007).

근력 비율은 선행연구에서 대부분 부상과 관련되어 연구가 되었지만, 운동 선수의 운동 수행 능력 및 경기력 수준에서도 관련이 있다. 육상 선수들에게서 대퇴부 좌·우측 근력이 균형적으로 발달한 것은 달리기 속도와 관련이 있었고(Thomas, Zebas, Bahrke, Araujo, & Etheridge, 1983), 테니스 선수들의 서브 속도, 핸드볼 선수들의 공을 던지는 속도와 근력 비율 간의 유의한 상관관계가 보고되었다(Cohen, Mont, Campbell, Vogelstein, & Loewy, 1994; Fleck et al., 1992). 또한, 엘리트 조정 선수들은 조정 선수가 아닌 집단보다 남성과 여성 모두에서, 체간 굴근과 신근에서 높은 근력과, 신근/굴근 비율이 높다고 보고되었다(McGregor et al., 2004).

군 인구집단에서 부상은 전투 준비성을 저해하는 매우 심각한 문제이다. 특히 실제 작전상황에서는 개인이 짊어져야 하는 군장의 무게가 28kg ~ 60kg 이상이며(Dean, 2008; Nindl et al., 2013; Nato & Technology Organization, 2009), 이와 같은 높은 부하는 팔, 다리와 같은 신체에 부상의 위험성을 높인다(Bredeweg, Buist, & Kluitenberg, 2013). 군인들은 운동 선수 집단과 마찬가지로 근력의 불균형, 근력 저하(muscle weakness)에 의해 부상에 취약하고 신체 수행력이 저하될 수 있다. 특히 임무 관련 신체적 부담에 가장 많이 노출되어 있고, 부상이 가장 빈번한 요추(J. J. Knapik et al., 2012; Roy et al., 2012), 슬관절(J. J. Knapik et al., 2001; M. Robinson et al., 2016; Sammito et al., 2016), 발목관절(김재우, 2017)에서의 근 기능이 군 관련 신체 수행력에 미치는 영향을 이해하는 것은 군인들의 부상 방지와 신체 수행력 향상에 중요하다.

제 3 장 연구 방법

제 1 절 연구 대상

본 연구의 대상은 육군사관학교에 재학 중인 3학년 생도들 중 군 신체검사에서 의학적 이상 소견이 보이지 않고, 측정일 기준 3개월 이내 근골격계 부상을 경험하지 않은 남자 생도 42명으로 하였다.

제 2 절 실험 방법 및 절차

본 연구의 설계는 <그림 2>에 나타내었다.

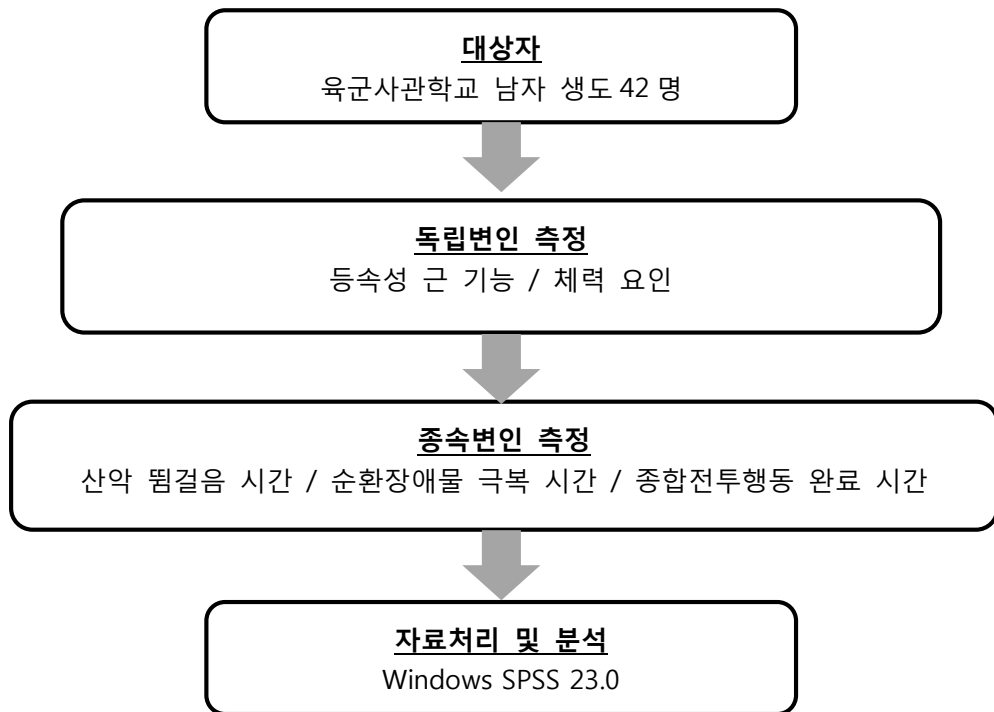


그림 2. 연구 설계

제 3 절 측정 항목 및 방법

1) 등속성 근 기능

(1) 요부 관절

체간 근력과 근지구력은 TEF(Trunk, Extension/Flexion Modular component)를 Humac Norm(USA)에 결합하여 측정하였다. 대상자를 발판 위에 올라서게 하고, 장골능(iliac crest) 상단에서 약 3.5cm 아래에 장비의 회전축과 일치시키도록 발판의 높이를 조절하였다. 또한, 골반 벨트 착용, 슬와 패드(popliteal pad) 정렬, 허벅지 · 경골 패드를 착용하여 피험자가 불편함을 느끼지 못하게 하였다.

측정은 요부관절의 굴근력(Flexion)과 신근력(Extension)으로, $60^{\circ}/\text{sec}$, $90^{\circ}/\text{sec}$ 각속도에서 측정되었다. 굴근력과 신근력의 측정은 각각의 각속도에서 2회 연습 후 10초 휴식한 이후, 본 측정을 $60^{\circ}/\text{s}$ 각속도에서 5회, $90^{\circ}/\text{s}$ 각속도에서 15회 측정하였다. 각 각속도별 측정간 휴식은 1분 동안 실시하였다(박정섭, 2015).

(2) 슬관절

피험자들의 좌 · 우 양쪽 슬관절 굴근력(Flexion)과 신근력(Extension)은 Humac Norm(USA)을 사용하여 측정하였다. 부하속도는 각속도 $60^{\circ}/\text{s}$ 에서 근력, $240^{\circ}/\text{s}$ 에서 근지구력을 측정하였고, 모든 대상자는 0° (Full extension)에서 90° 까지 관절가동범위를 제한하였다. 피험자의 슬관절의 중심점 위치를 측정장비의 회전축과 일치시키고, 등속성 검사시 하지 이외 다른

신체부위의 개입을 최소화하기 위해 스트랩을 이용하여 흉부, 복부, 대퇴를 고정하였다. 피험자가 의자에 앉으면 관절가동범위를 고려하여 측정 장비를 조절하였고, 굴근력과 신근력의 측정은 각각의 각속도에서 2회 연습 후 10초 휴식한 이후, 본 측정을 $60^{\circ}/s$ 각속도에서 5회, $240^{\circ}/s$ 각속도에서 25회 측정하였다. 각 각속도별 측정간 휴식은 1분 동안 실시하였다.

(3) 발목관절

발목 근력과 근지구력은 Humac Norm(USA)을 이용하여 저측굴곡(Plantar Flexion)과 배측굴곡(Dorsi Flexion)을 측정하였다. 피험자를 장비 의자에 앉힌 후 발목 관절의 중심점을 장비의 회전축과 일치하도록 위치를 조정하였다. 발목 관절이 아닌 다른 신체 부위의 외력이 가해지지 않도록 대퇴부와 흉부를 스트랩으로 고정하였다. 또한, 무릎이 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 정도 굽혀진 상태로 피험자의 하퇴를 지면과 평행하게 하여, 토크를 발현하는데 영향을 줄 수 있는 햄스트링의 활동 가능성을 감소시켰다(Lentell, Cashman, Shiimoto, & Spry, 1988).

저측굴곡(Plantar flexion)과 배측굴곡(Dorsi flexion)의 가동범위는 각각 50° , 20° 이내로 피험자 개인의 최대 관절 가동 범위로 설정하였다. 측정 속도는 $30^{\circ}/sec$, $120^{\circ}/sec$ 의 각속도로 설정하였고, 각 각속도별 2회 연습 이후 $30^{\circ}/sec$ 에서 5회, $120^{\circ}/sec$ 에서 15회씩 측정하였다(Wegrzyn et al., 2010).

2) 신체조성

생체전기저항법(Inbody 720, Biospace, Korea)을 이용하여 체중 및 신체 조성을 측정하였다. 피험자 신체와 마주 닿고 있는 금속성 물질을 모두 제거하고, 양 발을 Inbody 720 발판에 맞추어 서고, 양 손으로 전극 손잡이를 잡은 채 측정을 실시했다. 체중(kg), BMI(kg/m²), 골격근량(kg), 체지방률(%), 체지방량(kg) 등을 측정하였다. 신장 측정시에는 피험자가 등을 대고 서게 한 뒤, 발 뒤꿈치와 엉덩이, 등, 어깨가 신장계에 닿게 하였다. 양 발은 30° 정도 벌리게 하고 시선은 정면을 바라보게 한 상태로 0.1cm 단위로 신장을 측정하였다.

3) 근력 및 근지구력

(1) 악력

악력은 전완근의 근력을 측정하기 위해 스메들리(Smedley)식 악력계(Takei, Japan)를 사용하였다. 피험자는 양 발을 어깨 넓이로 벌리고 자연스럽게 서서, 양 팔을 45° 정도로 밑으로 내리게 하였다. 두 번째 손가락의 제 2관절이 악력계 손잡이와 직각이 되도록 압력계 폭을 조정하였다. 악력계 문자판이 바깥쪽을 향하도록 잡고 한 번에 최대의 힘을 발휘하도록 하여 좌 · 우측 교대로 각각 2회씩 측정하였으며, 측정된 값의 평균 값(kg)을 기록하였다.

(2) 상체 근지구력

상체 근지구력은 현재 군 체력 검정 종목으로 실시되고 있는 팔굽혀펴기로 측정하였다. 측정 간 봉의 높이가 지면과 30cm 떨어지게 제작된 보조대를 이용하였으며, 몸이 일직선으로 유지된 상태에서 팔을 90° 이상 굽혀서 가슴이 보조대에 닿기 직전까지 내려가고, 다시 완전히 팔을 편 상태를 1회 실시한 것으로 측정하였다. 총 2분간 최대로 실시한 횟수를 기록하였고, 측정 간 무릎이 지면에 닿거나 양 발이 떨어지거나 움직인 경우 측정을 중지하였다.

4) 유연성

유연성은 앉아 윗몸 앞으로 굽히기로 측정하였다. 피험자는 앉아 윗몸 앞으로 굽히기 측정계의 수직면에 발바닥을 대고, 무릎을 편 상태로 바르게 앉는다. 윗몸을 천천히 굽히며 양 손을 모아 앞으로 천천히 뻗게 하고, 무릎이 구부러지지 않도록 주의하며 가운데 손가락으로 측정기를 서서히 밀게 하였다. 총 2회 반복하여 우수한 값(cm)을 기록하였다.

5) 심폐지구력

심폐지구력은 현재 군 체력 검정 종목으로 실시 되고 있는 3km 달리기로 측정하였다. 측정 시작 전 준비운동을 실시하였으며, 육군사관학교의 3km 측정 코스(아스팔트 도로)에서 측정이 진행되었고 3km를 달린 시간(초)을 기록하였다.

6) 동적 평형성

동적 평형성은 Y-balance test로 측정하였다. 이 검사는 하체의 근력, 유연성, 고유수용성 감각을 요구하는 동적 평형성 검사인 Star excursion balance test(SEBT)의 측정의 반복성과 검사 수행을 표준화하기 위해 고안된 측정방법이다(Plisky et al., 2009).

눈금 테이프를 이용하여 전방의 선을 기준으로 양쪽으로 135° 지점에 후 내측과 후 외측 방향의 선을 표시하였다. 먼저 피험자의 다리 길이는 전상장골극(Anterior superior iliac spine)에서 내측 복사뼈(Medial malleolus)까지 측정한다. 시작자세로는 세 방향의 선의 중심에 발가락 끝이 닿게 하고, 피험자는 한쪽 발로 체중을 지지한 자세로 전방, 후 내측, 후 외측, 이 세가지 방향으로 다리를 최대한 뻗어, 검사자가 그 길이를 측정한다. 각 방향의 도달 길이 값을 더하여 다음과 같은 공식으로 표준화하였다.

$$\text{종합점수} = \frac{\text{세 방향 도달 길이의 합(cm)}}{\text{다리 길이(cm)} \times 3} \times 100(\%)$$

학습효과를 최소화하기 위해 6회의 연습 후(R. H. Robinson & Gribble, 2008), 본 측정은 양쪽 다리 모두 2회씩 실시하였다. 지지하고 있는 발이 지면에서 떨어지는 경우, 움직이는 발로 균형을 잡기 위해 바닥에 발을 딛는 경우, 움직이는 발이 시작 자세로 돌아오지 못할 경우 실패로 간주하고 재측정을 실시하였다.

7) 군 관련 신체수행력

군 관련 신체수행력 측정은 육군사관학교에 설치된 장애물 코스 및 시설을 이용하였다.

(1) 산악 뽕걸음

산악 뽕걸음은 육군사관학교 내의 평지 및 산악 지형으로 구성된 3.2km 코스를 완주한 시간(초)으로 측정하였다. 코스 주요 구간에는, 조교들을 배치하여 생도들이 경로를 이탈하지 않도록 하였다.

(2) 순환 장애물

순환 장애물은 생도들이 육군사관학교에 설치된 총 17개의 장애물(외줄타기, 담장 넘기, 경사판 오르기, 계곡 뛰기, 타잔 나무 타기, 전선 넘기, 철조망 통과하기, 울타리 넘기, 외다리 건너기, 아일랜드 탁자 넘기, 위 아래 통과하기, 사다리 오르기, 지그재그 건너기, 터널 및 2단 봉 넘기, 섬 뛰어 넘기, S자 통과하기, 3층 담넘기)을 극복하는데 소요되는 시간(초)을 기록하였다. 각 장애물 극복시, 기회는 총 2회이며 극복하지 못하는 경우 실패로 간주하고, 측정에서 제외하였다.

(3) 종합전투행동

종합전투행동은 전력 질주, 낮은 포복, 환자 후송, 탄통(15kg) 들고 달리기 등 전투 상황에서 발생할 수 있는 종합적인 능력을 최대한 빠르게 수행한 시간을 측정하였다. 코스의 길이는 출발선에서 끝 선까지 100m이다. 육군사관학교 생도들은 복부를 지면에 대고 엎드린 상태에서 시작하며, 25m 전력질주, 25m 낮은 포복 및 베어워크, 25m

지그재그 달리기, 25m 전력질주로 출발선에서 100m 거리의 끝 선까지 이동한다. 끝 선에서 다시 측정을 하는 생도와 비슷한 몸무게의 다른 생도를 환자로 간주하고, 양 팔로 끌어 다시 출발지점 방향으로 25m 거리를 이동한다. 양 팔로 끌어온 생도를 어깨에 메고, 지그재그로 25m 달려 출발지점 방향으로 이동하고, 나머지 50m는 직선으로 전력질주를 하여 출발선으로 복귀한다. 이 후, 출발선에 놓인 두개의 15kg 탄통을 양 손에 각각 들고 끝 선 방향으로 50m 전력 질주, 탄통 들고 지그재그 25m 달리기, 탄통들고 직선 25m 달리기로 끝선까지 이동하고 탄통을 내려 놓고, 팔굽혀펴기를 3회 실시한다. 끝 선에 내려 놓았던 탄통을 다시 들고, 이전과 같은 방법으로 출발선으로 복귀하면, 측정은 종료된다. 위와 같은 모든 과제를 완료하는데 소요되는 시간(초)을 기록하였다.

제 4 절 자료 처리

본 연구에서 측정된 모든 데이터 값은 Windows SPSS 23.0 통계 프로그램을 이용하여 분석하였다.

- 1) 모든 자료는 기술통계 분석을 이용하여 평균, 표준편차를 산출하였다.
- 2) 독립 변인과 종속 변인 간의 상관계수와 유의확률을 산출하였다.
- 3) 종속 변인에 가장 영향을 미치는 요인이 무엇인지 판별하기 위해 다중회귀분석을 실시하였다.

제 4 장 연구 결과

제 1 절 군 관련 신체수행력 측정 결과

측정된 군 관련 신체수행력 시간의 평균, 표준편차, 최소값 및 최대값은 <표 3>과 같다. 부상으로 인한 측정 열외, 장애물 극복 실패 등으로 인한 피험자는 제외하였다.

표 3. 군 관련 신체수행력 측정 결과

구분	N	평균 및 표준편차	최소값	최대값
산악뒹굴음	41	19분 5초(± 1 분 44초)	16분 5초	24분 15초
순환장애물	34	4분 19초(± 46 초)	3분 13초	6분 36초
종합전투행동	39	3분 7초(± 21 초)	2분 35초	4분 3초

제 2 절 체력 요인 측정 결과

본 연구에서는 군 관련 신체수행력에 영향을 주는 체력 요인을 확인하기 위해 피험자를 대상으로 총 14개의 체력 변인을 측정하였다. 측정 항목은 신체조성, 심폐지구력, 악력, 상체 근지구력, 유연성, 동적 평형성이다.

측정 결과는 <표 4>, <표 5>에 나타내었다.

표 4. 신체조성 측정 결과

변인	N	평균 및 표준편차
신장(cm)	42	175.18 (± 4.39)
체중(kg)	42	73.84 (± 7.39)
골격근량(kg)	42	36.09 (± 3.31)
체지방량(kg)	42	63.18 (± 5.40)
체지방량(kg)	42	10.67 (± 3.19)
체지방률(%)	42	14.27 (± 3.33)
BMI(kg/m ²)	42	24.04 (± 1.98)

표 5. 심폐지구력, 상체 근지구력, 악력, 유연성, 동적 평형성 측정결과

변인	N	평균 및 표준편차
3km 달리기 시간	42	11분 57초 (± 28 초)
악력(kg)	42	45.10 (± 4.63)
팔굽혀펴기(reps/2분)	42	84.05 (± 13.84)
윗몸일으키기(reps/2분)	42	93.81 (± 7.71)
앉아 윗몸 앞으로 굽히기(cm)	42	12.57 (± 6.32)
YBT 왼발(점수)	42	1.08 (± 0.06)
YBT 오른발(점수)	42	1.08 (± 0.06)

제 3 절 등속성 근기능 측정 결과

본 연구에서는 군 관련 신체수행력에 영향을 주는 등속성 근기능을 확인하기 위해 피험자를 대상으로 총 21개의 등속성 근기능변인을 측정하였다. 측정 항목은 요부 관절, 슬관절, 발목 관절의 단위 체중 당 근력, 근지구력 비율, 좌·우측의 근력 차이, 주동근 · 길항근의 근력 비율이다. 슬관절과 발목 관절의 근력과 근지구력 비율은 좌·우측의 평균값으로 나타내었다.

측정 결과는 <표 6>, <표 7>, <표 8>에 나타내었다.

표 6. 요부관절의 등속성 근기능 측정결과

변인	N	평균 및 표준편차
요부관절 굴근 최대 근력(%BW)	42	377.52 (± 33.21)
요부관절 신근 최대 근력(%BW)	42	381.33 (± 52.30)
요부관절 굴근력/신근력 비율(60° /s)	42	100.60 (± 14.64)
요부관절 굴근 근지구력 비율	42	91.12 (± 3.42)
요부관절 신근 근지구력 비율	42	84.55 (± 5.58)

표 7. 슬관절의 등속성 근기능 측정결과

변인	N	평균 및 표준편차
슬관절 굴근 최대 근력(%BW)	42	163.19 (± 22.41)
슬관절 신근 최대 근력(%BW)	42	306.04 (± 30.37)
좌측 슬관절 굴근력/신근력 비율(60° /s)	42	53.07 (± 8.64)
우측 슬관절 굴근력/신근력 비율(60° /s)	42	54.31 (± 9.77)
슬관절 굴근 최대 근력 좌·우 차이(%)	42	9.76 (± 8.58)
슬관절 신근 최대 근력 좌·우 차이(%)	42	6.37 (± 5.51)
슬관절 굴근 근지구력 비율	42	73.52 (± 7.38)
슬관절 신근 근지구력 비율	42	78.93 (± 4.31)

표 8. 발목관절의 등속성 근기능 측정결과

변인	N	평균 및 표준편차
발목관절 DF 최대 근력(%BW)	42	42.00 (± 5.94)
발목관절 PF 최대 근력(%BW)	42	176.19 (± 31.95)
좌측 발목관절 DF/PF 비율(30° /s)	42	25.05 (± 5.39)
우측 발목관절 DF/PF 비율(30° /s)	42	23.71 (± 4.39)
발목관절 DF 최대 근력 좌·우 차이(%)	42	12.21 (± 10.13)
발목관절 PF 최대 근력 좌·우 차이(%)	42	12.41 (± 8.60)
발목관절 DF 근지구력 비율	42	57.83 (± 7.01)
발목관절 PF 근지구력 비율	42	84.50 (± 10.68)

(DF: Dorsi-Flexion / PF : Plantar-Flexion)

제 4 절 군 관련 신체수행력과 등속성 근기능 및 체력 요인의 상관관계

측정된 생도들의 군 관련 신체수행력 시간과 유의한 상관관계가 있는 체력 요인 및 등속성 근기능 변수는 <표 9>, <표 10>에 나타내었다.

표 9. 산악뚝걸음 시간과 등속성 근기능 및 체력 요인의 상관관계

변인	r	p
3km 달리기 시간(분,초)	.462	.002
요부관절 신근 최대 근력(%BW)	-.353	.024
슬관절 굴근 최대 근력(%BW)	-.475	.002
우측 슬관절 굴근력/신근력 비율(60° /s)	-.324	.039
슬관절 굴근 최대 근력 좌·우 차이(%)	.393	.011

산악뚝걸음 수행능력은 3km 달리기 시간으로 측정한 심폐지구력($r=.462$), 슬관절 굴근 최대 근력의 좌·우 차이($r=.393$)와 유의한 정적 상관관계를 나타냈다. 하지만, 요부관절 신근 최대근력($r=-.353$), 슬관절 굴근의 최대 근력($r=-.475$), 우측 슬관절 대퇴사두근과 햄스트링근의 근력 비율($r=-.324$)과는 부적 상관관계를 나타냈다.

표 10. 장애물극복 시간과 등속성 근기능 및 체력 요인의 상관관계

변인	r	p
앞아 윗몸 앞으로 굽히기(cm)	.378	.028

장애물 극복 소요 시간은 앞아 윗몸 앞으로 굽히기로 측정한 유연성($r=.378$)과 유의한 정적 상관관계를 나타냈지만, 그 이외 변수들과는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

종합전투행동 수행 능력은 투입된 35개(14개의 체력 변인, 21개의 등속성 근 기능 변인) 중 어느 변인도 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

제 5 절 군 관련 신체수행력과 등속성 근기능 및 체력 요인간의 회귀분석

군 관련 신체수행력에 가장 영향을 미치는 요인을 알아내기 위해 다중회귀분석을 실시하였다. 군 관련 신체수행력에 영향력이 있는 변수들을 회귀식에 포함시키고, 설명력이 높은 변수들로 구성된 회귀식을 도출하기 위해 독립변인의 투입은 Stepwise 방법을 사용하였다.

1) 산악뽕걸음 시간

산악뽕걸음 시간을 설명하는데 가장 우선적으로 투입된 변수는 총 35개의 변수 중 가장 높은 상관관계를 나타낸 슬관절 굴근의 단위 체중당 최대 근력($r=.475$)이었으며, 산악뽕걸음 시간에 대해 22.5%의 설명력을 보이고 있다. 회귀식은 통계적으로 유의했다($p<.05$).

두번째 모형에서 추가 투입된 변수는 3km 달리기 시간으로, 두번째 모형은 산악뽕걸음 시간에 대해 약 38.0%의 설명력을 보이고 있다. 회귀식은 통계적으로 유의했다($p<.001$). 결과는 <표 11>, <그림 3>에 나타내었다. 산악뽕걸음 시간은 다음과 같은 회귀방정식으로 예측할 수 있다.

산악뽕걸음 시간

$$\begin{aligned} &= 388.474 - (1.897 \times \text{슬관절 굴근의 최대 근력}(\%BW)) \\ &\quad + (1.487 \times \text{3km 달리기 시간}) \end{aligned}$$

표 11. 산악뽕걸음 시간과 등속성 근 기능 및 체력 요인에 대한 다중회귀 분석

모형	R	R ²	F	p	비표준화		표준화		t	유의 확률
					계수		계수			
					B	표준 오차	베타			
1	슬관절 굴근 최대 근력(%BW)	.475	.225	11.334	.002	-2.177	.647	-.475	-3.367	.002
2	슬관절 굴근 최대 근력(%BW)	.616	.380	11.645	.000	-1.897	.593	-.413	-3.198	.003
	3km 달리기 시간					1.487	.483	.398	3.080	.004

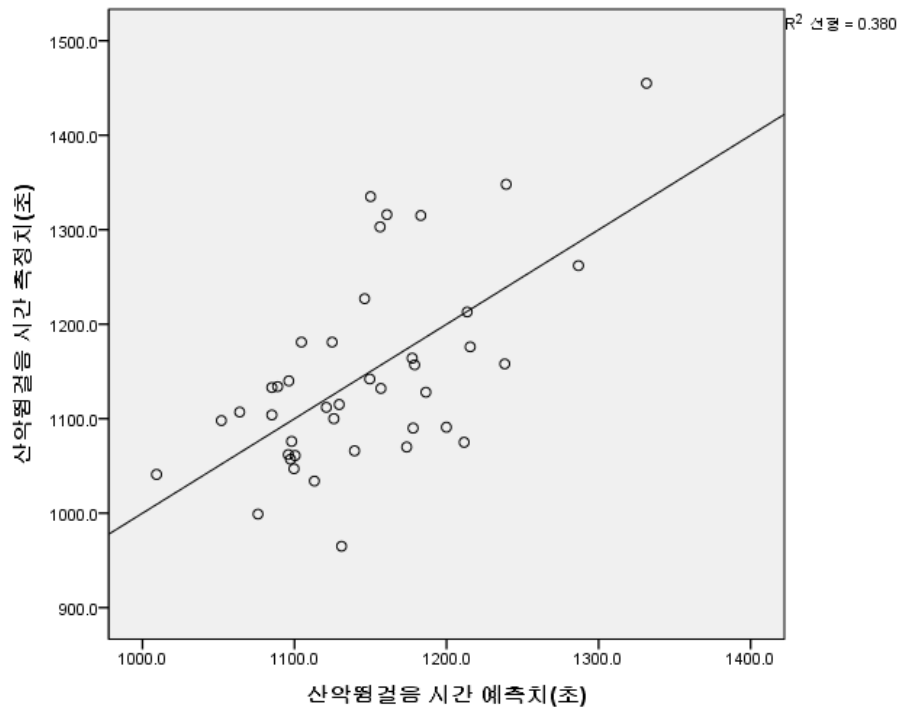


그림 3. 산악뽕걸음 시간의 측정치와 예측치

2) 장애물 극복 시간

장애물 극복 시간을 설명하는 회귀식은 존재하였으나, Durbin-Watson 통계량 확인 결과, 회귀분석의 기본 전제인 잔차의 독립성을 만족하지 못하는 것으로 나타났다.

3) 종합전투행동 시간

종합전투행동 시간은 어떠한 독립변인도 유의한 상관관계가 나타나지 않았기 때문에, 본 연구에서 투입된 독립변수로는 종합전투행동 시간을 예측하는 유의한 회귀식이 존재하지 않았다.

제 5 장 논 의

군 관련 신체수행력은 군에서 요구하는 공통 임무에 기초하여, 작전 및 임무 수행시 공통적으로 필요한 신체의 능력을 반영한다. 하지만, 기존의 군 체력 검정 종목으로는 군 관련 신체수행력을 대변하는데 한계가 있다. 본 연구는 기존의 체력 검정 종목으로 측정할 수 없는 하지와 체간의 근육계의 특성을 포함한 여러 체력 요인이 군 관련 신체수행력에 미치는 영향을 분석하였다는 점에서 의의가 있다.

제 1 절 산악 뽕걸음 수행 능력

한반도 지형의 70%이상이 산지로 이루어졌다는 점에서, 한국군에게 산악지형에서 임무를 수행하는 능력은 매우 중요하다. 군인은 이와 같이 높낮이가 다르고, 지면의 형태가 항상 일정하지 않은 지형에서 수색 및 정찰, 행군과 같은 다양한 군사 작전을 수행해야 한다. 위와 같은 특성에 기반하여, 현재 육군사관학교에서는 생도들을 대상으로 산악 뽕걸음 훈련과 측정을 실시하고 있다.

국내외 군인들을 대상으로 산악 극복 능력을 시간 단위로 측정한 연구는 현재까지는 없다. 각 나라와 군의 특성에 따라, 산악 극복 능력의 필요성이 다르고, 표준화된 지형이나 이에 대한 평가 체계도 상이하기 때문일 것으로 사료된다. 생도들을 대상으로 산악뽕걸음(3.2km) 시간을 측정한 결과, 평균 19분 5초로 나타났다. 생도들을 대상으로 측정한 체력검정 종목 3km 달리기 시간(11분 56초)과 비교했을 때, 상당한 시간 차이가 있었다. 경사 진 지면에서

보폭은 달라지고, 이는 달리기 속도에 변화를 주는 주요인으로 작용한다. 일반적으로 상향 경사는 달리기 속도를 감소시키고, 하향 경사는 달리기 속도를 증가시킨다(Paradisis & Cooke, 2001). 또한 경사에 따라 에너지 소비량은 다르며, 경사가 높아지면 산소섭취량과 에너지 소비량도 증가한다(Pellegrini et al., 2015). 이와 같은 이유와 더불어, 본 연구에서는 경사 변화 급격하고 빈번하게 나타나는 측정 지형의 특성으로 인해 산악뽕걸음 거리와 비슷하지만, 평지인 3km 달리기 시간과 소요시간의 차이가 컸을 것이라 사료된다.

산악 달리기 능력에 중요한 요인들은 최대 산소 섭취량(VO_{2max}), 운동 효율(exercise economy)(Burtscher, Förster, & Burtscher, 2008)이라고 보고한 선행 연구와 마찬가지로, 본 연구에서도 유사한 결과가 나타났다. 하지만, 본 연구에서는 심폐지구력을 최대 산소 섭취량이 아닌 3km 달리기 시간으로 측정했다. 군 체력 검정에서 심폐 능력을 측정하는 3km 달리기는 최대 산소 섭취량과 유의한 상관관계($r=-.622$)가 보고되었으나, 설명력이 높지 않아($R^2=.387$) 심폐 체력을 정확하게 측정하는데 한계가 있다(서성혁 & 김경배, 2010). 군에서는 여러 인원이 동시에 장비를 사용해 심폐 능력을 측정하는 것은 제한되며, 3km뿐만 아니라 다양한 거리의 달리기 기록을 측정하여 여러 수행 능력과 관련된 연구를 하는 것이 합리적일 것이라고 판단된다.

본 연구에서, 등속성 장비로 측정한 요부관절 신근의 단위 체중당 최대 근력은 산악뽕걸음 수행능력과 유의한 음의 상관관계($r=-.353$)가 나타났다. 즉, 요부관절 신근력이 강할수록, 산악뽕걸음 시간이 감소하는 것과 관계가 있었다. 요부관절 신근에서 핵심적인 역할을 담당하는 척추 기립근(erector spinae)은 상향 경사에서 보행 동안 근 활성화도가

뚜렷하게 증가하는 것으로 보고되었다(Paul, Bhattacharyya, Chatterjee, & Majumdar, 2016; Pellegrini et al., 2015). 상향 경사 보행에서는 몸통이 전진하는 방향으로 기울어지는 특징이 있고(Leroux, Fung, & Barbeau, 1999, 2002), 이는 상향 경사 보행에서 필요한 추진력을 증가시키기 위한 신체의 반응으로 설명될 수 있다(Prentice, Hasler, Groves, & Frank, 2004). 일반적으로 척추기립근의 주요 기능은 보행 동안 몸통 굽힘(trunk flexion)을 제어하는 것이다(Winter, 2009). 몸통이 앞으로 숙여지는 것을 척추기립근에서 발생하는 힘으로 보상하여, 균형이 유지될 수 있다(Harman, Hoon, Frykman, Pandorf, & Army Research Inst Of Environmental Medicine Natick Ma Military, 2000). 본 연구에서도 이와 같은 맥락으로 경사지 달리기 동안 요부 관절 신근이 비슷한 작용을 하여, 산악뽕걸음 능력과 유의한 상관관계가 나타났을 것이라고 사료된다.

다중회귀분석 결과, 슬관절 굴근의 단위 체중당 최대 근력은 산악뽕걸음 시간에 대한 설명력이 가장 높은 요인으로 나타났다. 산악 지형은 경사면을 기본 전제로 한다. 상향 경사 보행에서 다리 신전 근육의 EMG 활성화는 선행 연구에서 보고된 바 있다(Lay, Hass, Nichols, & Gregor, 2007; Leroux et al., 1999). 상향 경사 지면에서는 일반 지면보다 하지 근육으로 생산된 추가적인 파워가 필요하고, 이는 다리 신전 근육을 포함한 대퇴부의 전반적인 근 활성화도의 증가를 야기한다(Pellegrini et al., 2015). 또한 경사가 없는 지면보다 경사진 지형에서 달릴 때, 햄스트링근, 장요근, 내전근, 대퇴근의 활성화도가 증가된 것은, 이러한 지면 상태에서는 하지 근육에 하중이 더 많이 작용하는 것을 반영하는 것이다(Yokozawa, Fujii, & Ae, 2007).

일반적인 연구에서는 경사각과 그에 따른 거리, 지면의 상태를 통제한 실험실 조건에서 실험을 실시한다. 본 연구에서는 상향 경사, 하향 경사, 평지가 모두 나타나는 실제 산악지형에서 측정을 진행하였고, 슬관절 최대 굴근력이 산악 극복 능력을 가장 잘 예측하는 요인으로 나타났다. 선행 연구들은 상대적으로 짧은 시간의 운동 동안 트레드밀에서 실험을 진행했고, 이는 본 연구의 실제 지형의 변화와 비교적 장시간 동안의 근 활성도를 반영하는데 제한점이 있다. 또한 관련된 선행연구들은 단순히 하지 파워나 신근력에 대한 측정만을 실시했다는 것에 한계가 있다. 산악 지형에서 슬관절에 부담되는 하중을 완화시켜(Creaby, Hunt, Hinman, & Bennell, 2013) 잠재적인 부상을 예방하고, 산악 지형 극복 능력을 향상시키기 위해서는 슬관절 굴근도 중요한 역할을 한다고 사료되며, 이에 대한 추가적인 연구가 진행되어야 할 필요가 있다.

등속성 장비를 이용해 슬관절의 근 기능을 측정한 연구 대부분은 근력 비율과 부상의 연관성에 대한 내용이며(Byram et al., 2010; Croisier, Ganteaume, Binet, Genty, & Ferret, 2008; Evangelidis, Massey, Pain, & Folland, 2016; J. J. Knapik et al., 1991), 운동 수행 능력과 연관시켜 분석한 연구는 제한적이다.

일반적으로 슬관절에서 적절한 주동근·길항근의 근력 비율(HAM/QUAD ratio)은 60% (Aagaard, Simonsen, Trolle, Bangsbo, & Klausen, 1995)로 제시되고 있다. 본 연구에서는 등속성 장비를 이용해, 60° /s 각속도에서 슬관절 굴근, 신근의 근력 비율을 측정하였다. 생도들의 슬관절 근력 비율은 우측이 평균 54.31%(±9.77), 좌측이 평균 53.07%(±8.64)로 나타났다. 평소 생도들의 운동 형태가 체력 검정 종목 위주로 실시되고, 상체와 하지의 후면부 근육군에 대한

중요성은 강조되지 않은 채 체력 단련이 실시되고 있다는 점에서 이상적인 비율에 미치지 못한 것으로 사료된다. 본 연구에서는 대퇴부 근력 비율이 높을수록 산악뽕걸음 소요 시간이 감소된다는 것과 관련이 있었다. 올바른 근육 균형은 자세의 조절, 적절한 관절 가동 범위(ROM) 유지, 동작에 대한 신경조절능력뿐만 아니라, 근육의 유연성에도 근거할 수 있다(Kokko et al., 2015). 또한 하지 근육의 효율성은 굴근과 신근의 균형에 의한 것이라고 알려져 있기 때문에 달리기 수행능력과 관계가 있을 수 있다(Aagaard, Simonsen, Magnusson, Larsson, & Dyhre-Poulsen, 1998; Aagaard et al., 1995). 우측의 슬관절 근력 비율에서 유의한 상관관계가 나타난 본 연구의 결과는, 실험 참가자 대부분이 우측 다리를 기능적으로 더 사용(Spry, Zebas, & Visser, 1993)하기 때문일 수 있다.

근력의 균형성은 주동근·길항근의 근력 균형뿐만 아니라, 좌·우측의 다리의 균형도 포함한다. 본 연구에서는 슬관절 굴근 최대 근력 좌·우 차이(%)에서도 산악뽕걸음 시간과 유의한 정적 상관관계가 나타났다. 즉, 좌·우의 슬관절 굴근 최대 근력의 차이가 많이 날수록, 산악뽕걸음 소요 시간이 증가한다는 것과 관련이 있다. 이는 달리기 선수들에서 좌·우 대퇴부 근력 차이가 적을수록, 달리기 수행능력이 증가했다고 보고한 연구(Thomas et al., 1983)와 유사하지만, 운동 수행능력과 좌·우측 근육의 균형 정도와의 연관성에 대한 연구는 매우 제한적이기 때문에 이와 관련된 추가적인 연구가 진행될 필요가 있다.

제 2 절 장애물 극복 능력

본 연구에서는 장애물 극복 능력과 유의한 상관관계가 있는 독립 변인은 앉아 윗몸 앞으로 굽히기로 측정한 유연성($r=.378$) 이외에는 나타나지 않았다. 유연성은 달리기 효율(running economy)에 영향을 줄 수 있는 요인으로, 연구마다 그 관계성이 상반되게 제시되고 있다. 유연성이 달리기 효율과 역상관관계가 있다는 연구(Craib et al., 1996; Gleim, Stachenfeld, & Nicholas, 1990; Jones, 2002; Trehearn & Buresh, 2009)에서는 낮은 유연성 점수는 달리기에서의 높은 효율성과 관련이 있다고 보고했다. 이러한 결과는 고관절 근육계와, 하지 근육계에서의 비유연성(inflexibility)이 달리는 동안 근육과 건(tendon)에 더 많은 탄성에너지를 저장하게 하고, 이 탄성에너지를 사용할 수 있게 한다는 기전을 제시했다(Craib et al., 1996; Gleim et al., 1990; Jones, 2002). 반면, 다른 선행 연구(Beaudoin & Blum, 2005; Godges, MacRae, Longdon, Tinberg, & MacRae, 1989; Nelson, Kokkonen, Eldredge, Cornwell, & Glickman-Weiss, 2001)에서는 유연성과 달리기 효율과의 역상관관계가 나타나지 않았고, 유연성이 최대 달리기 능력에 필수적인 요소라고 보고했다. 유연성과 운동수행능력 간의 실험 연구는 제한적이며, 위와 같이 상충되는 결과는 유연성과 효율성에 대한 관계 정립을 어렵게 한다. 본 연구에서는 유연성이 좋을수록, 장애물 극복 소요 시간은 증가하는 것과 관련이 있었다. 본 연구에서 측정한 장애물 코스는 야외에 있으며, 총 17개의 장애물, 약 400m 코스로 구성되어 있다. 앞서 언급한 달리기 효율에

관한 연구와는 다르게, 본 연구에서의 측정 거리는 상대적으로 짧다. 이로 인해 유연성과 장애물 극복 능력은 장애물의 종류와 형태, 수행하는 자세에 대한 질적 평가 등을 통해 추가적으로 연구가 진행되어야 할 필요가 있다.

보통 장애물 코스 훈련은 다양한 기술과 극복 능력들을 향상시키고, 여러 체력 요소들을 훈련하는데 매우 효과적인 방법이다. 이는 개인의 체중이 저항, 그 자체가 되기 때문에 장소에 제한을 덜 받고, 환경에 대한 창의성으로 장애물 극복 훈련이 진행될 수 있다(Mullins, 2012).

군에서 진행한 장애물 극복 능력에 대한 한 선행 연구(Bishop, Crowder, Fielitz, Lindsay, & Woods, 2008)에서는, 장애물 극복 능력에 전반적인 체력 요소, 민첩성, 협응, 파워, 밸런스과 같은 운동 능력과 담넘기, 줄 타기 등 기술적인 부분, 동기유발과 같은 총체적인 요소들이 체지방량, 체중보다 더 영향이 있었다고 보고했다. 미 육사 생도들을 대상으로 한 연구(Bishop, 1999)에서는 실내 장애물 코스 수행 능력을 시간 단위가 아닌 점수로 측정을 했다. 이 연구의 실내 장애물 극복 능력을 예측하는 회귀식에서 체지방률, 체중, 팔의 무산소성 능력, 다리의 무산소성 능력이 투입되었지만 설명력($R^2=.42$)이 높지는 않았고, 단일 요소의 능력이나 특성에 의존하지 않았다. 즉, 이 연구에서는 측정되지 않은 민첩성, 능숙한 수행능력, 에너지를 아끼며 하중을 다른 팔과 다리로 재분배하여 지구성을 증가시키는 기술(technique) 등이 장애물 극복 능력에 중요한 요소라고 하였다. 다른 연구(E. A. Harman et al., 2008)에서는 장애물 극복 코스의 수행시간이 평균 1분 8초로 나타났으며, 이를 설명하기 위한 회귀식($R^2=.67$)에서는 수직 점프, 수평 점프 능력, 윗몸 일으키기 변수가 투입되었다. 수평 점프 능력은

전방 추진(driving) 요소를 내재하고, 이는 허들과 계단 넘기와 같은 수평의 다양한 장애물을 극복하는데 필요한 능력을 대변한다. 윗몸 일으키기는 낮은 포복이나, 수평 파이프 통과, 그물 넘기 등의 장애물을 극복할 때, 복부 근육의 개입을 반영하는 것으로 나타났다. 이처럼 연구마다 결과가 다르게 나타나는 이유는 장애물의 종류, 개수, 형태, 표준화되지 않은 측정 방법(점수, 시간 등), 측정 환경 등이 다르기 때문일 것이다.

본 연구에서는 장애물 극복 능력을 설명하는데 적합한 회귀 모델이 도출되지 않았다. 본 연구에서 측정한 여러가지 체력 요소 및 개별 요인들로 장애물 극복 능력을 설명하기 어려운 것은, 장애물 극복 능력이 개별 대체 검사로 쉽게 대신 할 수 없는, 특별한 신체 능력들의 조합이 필요하다는 것을 나타낸다(Bishop, 1999). 하지만 장애물 극복 능력은 군인에게 필수적으로 요구되는 능력이며, 이를 향상하기 위한 요소가 무엇인지 다차원적으로 분석하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

제 3 절 종합전투행동 수행능력

전투 현장은 군인에게 매우 가혹한 환경으로 나타나며, 이 환경은 미지의 지형, 고도, 기후와 같은 조건과 연결된다. 이런 상황에서도 군인은 언제 발생할지 모르는 전투 및 교전을 위해, 충분히 높은 수준의 체력이 필요하다(Crowder, Ferrara, & Levinbook, 2013). 전투 하중의 증가는 군인들의 생리학적 요소들에 대한 수요를 높이고, 전투에 초점이 맞춰진 체력 훈련 형식, 근력, 기동성 훈련을 포함해야 한다(Lennemann et al., 2013). 이와 같은 맥락에서 미 육사에서는 생도들을 대상으로 전투 기동 훈련(mobility for battle)을 실시하고 있다.

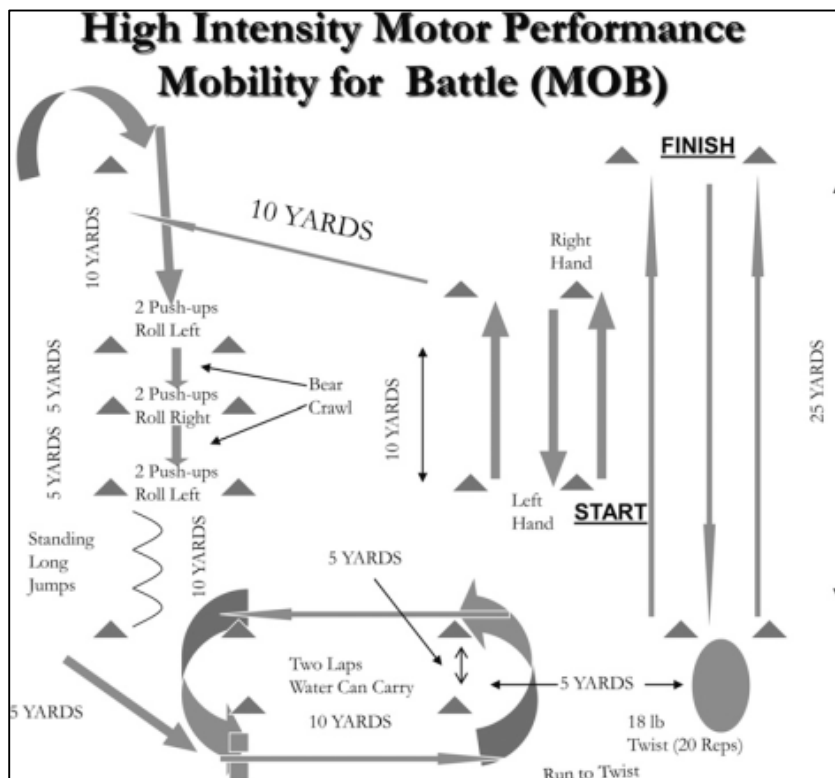


그림 4. 전투기동훈련(Crowder et al., 2013)

위와 같은 수행능력과 관련 있는 체력 요인은 팔굽혀펴기($r=-.45$, $p<.05$), 윗몸일으키기($r=-.64$, $p<.01$), 3-Mile 달리기($r=.49$, $p<.05$)로 나타났다. 키, 체중, 체지방률, 체지방량, 체지방량, 2-Mile 달리기, 벤치 프레스와 풀업으로 측정된 상체 근력과 근지구력, 스쿼트로 측정된 하체의 근력과 근지구력, 발끝 철봉 당기로 측정된 복부 근지구력과는 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

전투기동 훈련과 같은 맥락으로, 실시하고 있는 육군사관학교에서의 종합전투행동 수행능력은 어떠한 독립변인도 유의한 상관관계가 나타나지 않았다. 이에 따라, 본 연구에서 투입된 독립변수로는 종합전투행동 시간을 예측하는 유의한 회귀식이 존재하지 않았다.

종합전투행동은 전력 질주, 낮은 포복, 환자 후송, 탄통(15kg) 들고 달리기 등 전투 상황에서 발생할 수 있는 종합적인 능력을 의미하며, 이러한 과제들을 수행하는데 소요되는 시간을 측정하였다. 종합전투행동 측정 시의 시작선과 끝선과의 거리는 100m이며, 생도들은 약 400m 거리를 이동하는 동시에 과제들을 수행하였다. 이와 같은 수행력에는 기동성, 근력, 근지구력이 모두 필요하다(Roy et al., 2010). 본 연구에서는 어느 부위의 근 기능이 이와 관계가 있는지, 어떤 체력 요소가 관련이 있는지 상관관계 분석을 실시했지만 유의한 상관관계가 있는 변수는 나타나지 않았다. 앞서 언급한 기동성, 근력, 근지구력을 반영하기에는 거리가 짧고, 이에 따라 소요되는 시간도 짧아, 사전에 측정한 근 기능 및 여러 체력 요인과의 유의미한 관련성이 나타나기에는 충분하지 않았을 것이라고 판단된다. 본 연구에서의 종합전투행동 수행능력은 소요되는 시간(초)으로 측정하였기 때문에, 개인마다 전부 다른 형태로 할 수 있는 포복 자세 · 환자 후송 방법 · 베어워킹 등

요구되는 정확한 자세에 대한 측정과 같이 질적인 면에서도 평가하는 체계가 필요하다.

향후 연구에서는, 군에서 필요한 여러 체력 요인이 충분하게 반영될 수 있도록 거리를 재설정할 필요가 있으며, 각 코스 및 국면별 질적인 평가를 통해 군(軍) 본연의 전투준비성을 향상시킬 수 있는 검사 방법으로 발전해야 한다.

제 4 절 군(軍) 체력관리

전투에서 감내해야 하는 전투 하중은 군인들에게 큰 부담으로 작용하고 있다(Nindl et al., 2013). 육군이 임무를 수행해야할 험준한 지형에서 전투 하중을 짊어지는 것은 군인들로 하여금 극심한 피로를 유발하고, 전투 수행능력에도 악영향을 줄 수 있다. 이에 대해 보상작용을 할 수 있는 것은 높은 수준의 체력(Williams, 2005)이며, 특히 근골격계 체력(musculoskeletal fitness)은 군인의 작전 수행능력을 예측하는 최고의 지표 중 하나이다(Simpson, Gray, & Florida-James, 2006). 특히 하지의 근력은 전투 현장에서 발생하는 단 시간의 고강도 활동과 높은 연관이 있으며(E. A. Harman et al., 2008), 상체의 후면부 근육 또한 경사진 지형에서 군장 무게와 같은 전투 하중을 지지 하는데 중요한 역할을 한다(Paul et al., 2016).

현재 우리 군이 실시하고 있는 체력 검정은 3km 달리기, 팔굽혀 펴기, 윗몸 일으키기 종목으로 구성되어 있다. 이와 같은 체력 검정 종목은 기초 체력 검사를 위해 수행되는 것이며, 전투와 관련된 신체적 준비성을 평가하는데 제한이 있다(Crowder et al., 2013). 부대의 체력 수준은 위와 같은 종목으로 평가되고 있으며, 대부분의 군인들은 계급, 나이에 따라 요구되는 기준을 통과하기 위해 체력 검정 종목 위주의 체력 단련을 실시하고 있다.

앞서 언급한 전투 하중과 같이 점점 군인들에 대한 전투 현장의 생리학적 요구가 증가하고 있으며, 이에 대응하여 군인들의 체력 훈련은 전투에 초점이 맞춰진 체력 훈련의 형식으로 발전해야 한다.

결론적으로 군인의 체력 관리는 전투 임무에 근거하여 실시해야 하고, 이와 관련된 체력 요소를 다각적으로 도출 및 분석하여 ‘적과 싸워 이길 수 있는 전투원’으로서 최적의 신체적 역량을 갖추는 것이다. 현재 육군에서 실시하고 있는 체력 검정 종목 위주의 체력 단련 이외에, 간과되었던 체력 요소를 발전시킬 수 있는 실질적인 체력 관리 프로그램이 필요하고, 이를 모니터링할 수 있는 체계가 구축되어야 한다. 또한, 체력 검정을 통과하기 위한 체력 단련이 아닌, 임무 수행을 위해 필요한 신체적 능력을 스스로 발전시키기 위해 개개인의 자발적인 노력이 필요하다. 이와 더불어, 체력 관리에 적극적으로 참여할 수 있도록 부대 차원에서의 관심을 기울이는 것은 앞으로 군 전체적인 전투력 향상을 도모하는 시발점이 될 수 있을 것이다.

제 6 장 결론 및 제언

본 연구의 결론은 다음과 같다.

군 관련 신체 수행능력과는 심폐지구력, 요부관절 신근의 최대 근력, 슬관절 굴근의 최대 근력, 슬관절 굴근력/신근력 비율, 슬관절 굴근 최대 근력의 좌·우 차이, 유연성이 유의한 상관관계가 있었다. 위의 요인들 중 심폐지구력을 제외한 하체의 근 기능과 상체 후면부의 근 기능은 군 체력 검정에서 측정하지 않기 때문에, 이에 관련된 훈련 프로그램을 개발하는 것이 중요하다. 특히, 슬관절 굴근의 최대 근력과 3km 달리기로 측정한 심폐지구력이 군 관련 신체수행력 중 산악뒹걸음 시간에 가장 영향을 미치는 요인으로 나타났다. 이에 따라, 군의 임무수행능력 향상을 위해서는 체력 검정 종목과 더불어 군 관련 신체수행력과 관련된 근 기능 및 여러 체력 요인들을 향상시킬 수 있는 훈련 프로그램이 개발되고 진행되어야 한다.

본 연구의 결론에 대한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 군 관련 신체수행력과 등속성 근 기능, 체력 요인 간의 관련성을 알아본 첫 연구이며, 군 관련 신체 수행력은 총 수행 시간으로 측정하였다. 장애물 극복, 종합전투행동과 같이 상황 및 국면별 평가와, 요구되는 자세와 기타 수행 방법 등의 질적인 평가는 이루어지지 않았기 때문에 측정했던 여러 독립변인들과 유의한

상관관계가 나타나지 않은 것으로 사료된다. 추후에는 세부적인 평가 절차의 확립, 질적인 평가 등 체계적인 방법으로 수행 능력을 평가하고, 이와 여러 체력 요인 및 근육군의 특성 간의 관계를 확인하는 연구가 진행되어야 할 것이다.

둘째, 산악 극복 능력 같은 경우, 어떤 근육군의 특성 및 체력 요인이 어느 정도의 영향을 미치는지에 대해서는 코스의 경사도 및 거리, 지면의 상태 등에 따라 달라질 수 있다. 이와 같은 요인들을 통제한 상태에서 진행하는 추가적인 연구가 필요하다.

셋째, 순환장애물 극복 능력과 종합전투행동의 상대적으로 짧은 총 수행 시간은 본 연구에서 측정한 여러 체력 요인 및 근육군의 근 기능을 충분히 반영하기에는 불충분했던 것으로 사료된다. 측정 거리 및 수행하는 과업을 재설정하거나, 전투 하중을 추가적으로 부여해 부상을 최소화하고, 실질적인 군 관련 신체 수행능력을 향상시킬 수 있도록 하는 추가적인 연구가 필요하다.

넷째, 현재 육군에서는 체력 검정 종목으로 3km 달리기, 팔굽혀 펴기, 윗몸 일으키기를 측정하고 있다. 이는 매우 제한적이고, 단편적인 평가라는 점에서 군 관련 신체수행력을 대표하는데 어려움이 있다. 따라서 실제 작전 및 전투에서 필요한 종합적인 전투 체력(combat fitness)과 관련된 체력 요소 및 여러 근육군의 기능을 도출하여, 이를 향상 시키는 훈련 프로그램이 개발되어야 할 것이다.

참고 문헌

- 김재우. (2016). **전투체력단련 프로그램 및 평가체계 개발**. 육군사관학교 화랑대연구소.
- 김재우. (2017). 육군사관생도들의 체력훈련과 관련된 근골격계 부상현황 분석 및 예방 방안 연구. **한국군사학논집**, 73(1), 279-302.
- 박정섭. (2015). 등속성 근기능이 G-tolerance (+ 6G/30s) 에 미치는 영향. **한국웰니스학회지**, 10(3), 213-220.
- 서성혁, & 김경배. (2010). 군 (軍) 체력검정 3000m 오래달리기의 타당도 분석 및 유산소 운동능력 추정. **한국체육측정평가학회지**, 12(3), 25-33.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Magnusson, S. P., Larsson, B., & Dyhre-Poulsen, P. (1998). A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. *The American journal of sports medicine*, 26(2), 231-237.
- Aagaard, P., Simonsen, E. B., Trolle, M., Bangsbo, J., & Klausen, K. (1995). Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. *Acta Physiologica*, 154(4), 421-427.
- Aghazadeh, F., & Ayoub, M. (1985). A comparison of dynamic-and static-strength models for prediction of lifting capacity. *Ergonomics*, 28(10), 1409-1417.
- Allison, S., Knapik, J., & Jones, B. (2011). Prevention and Control of Musculoskeletal Injuries Associated with Physical Training. *Washington, DC: Headquarters, Department of the Army*.
- Amundsen, L. R. (1990). *Muscle strength testing: instrumented and non-instrumented systems*. New York etc: Churchill Livingstone.
- Army, U. (2012). FM 7-22 Army Physical Readiness Training. *Washington*,

DC: Headquarters, Department of the Army.

- Ayoub, M. M., Denardo, J. D., Smith, J. L., Bethea, N. J., Lambert, B. K., & Texas Tech Univ Lubbock Inst For Ergonomics, R. (1982). *Establishing Physical Criteria for Assigning Personnel to Air Force Jobs*. Ft. Belvoir: Defense Technical Information Center.
- Bartlett, L. R., Storey, M. D., & Simons, B. D. (1989). Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in the competitive athlete. *The American journal of sports medicine*, 17(1), 89–91.
- Bayios, I. A., Anastasopoulou, E., Sioudris, D., & Boudolos, K. D. (2001). Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(2), 229.
- Beaudoin, C., & Blum, J. W. (2005). Flexibility and running economy in female collegiate track athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(3), 295.
- Beckett, M. B., Hodgdon, J. A., United, S., Naval Medical, R., Development, C., United, S., & National Technical Information, S. (1987). *Lifting and carrying capacities relative to physical fitness measures*. San Diego, Calif.; Springfield, Va.: Naval Health Research Center ; National Technical Information Service.
- Bemben, M., Grump, K., & Massey, B. (1988). Assessment of technical accuracy of the Cybex II® isokinetic dynamometer and analog recording system. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10(1), 12–17.
- Bilzon, J. L., Scarpello, E. G., Bilzon, E., & Allsopp, A. J. (2002). Generic task-related occupational requirements for Royal Naval personnel.

Occupational Medicine, 52(8), 503–510.

- Bishop, P. A. (1999). Physiological determinants of performance on an indoor military obstacle course test. *Military medicine*, 164(12), 891.
- Bishop, P. A., Crowder, T. A., Fielitz, L. R., Lindsay, T. R., & Woods, A. K. (2008). Impact of body weight on performance of a weight-supported motor fitness test in men. *Military medicine*, 173(11), 1108–1114.
- Blazevich, A. J., & Jenkins, D. G. (1998). Predicting Sprint Running Times From Isokinetic and Squat Lift Tests: A Regression Analysis. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 12(2), 101–103.
- Bredeweg, S., Buist, I., & Kluitenberg, B. (2013). Differences in kinetic asymmetry between injured and noninjured novice runners: a prospective cohort study. *Gait & posture*, 38(4), 847–852.
- Brown, L. E. (2000). *Isokinetics in human performance*: Human Kinetics.
- Burtscher, M., Förster, H., & Burtscher, J. (2008). Superior endurance performance in aging mountain runners. *Gerontology*, 54(5), 268–271.
- Byram, I. R., Bushnell, B. D., Dugger, K., Charron, K., Harrell Jr, F. E., & Noonan, T. J. (2010). Preseason shoulder strength measurements in professional baseball pitchers: identifying players at risk for injury. *The American journal of sports medicine*, 38(7), 1375–1382.
- Caspersen, C. J., Powell, K. E., & Christenson, G. M. (1985). Physical activity, exercise, and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public health reports*, 100(2), 126.
- Cerrah, A. O., & Ertan, H. (2015). Evaluating relationship between isokinetic muscle strength and different kicking techniques ball velocities in soccer. *PAMUKKALE JOURNAL OF SPORT SCIENCES*, 6(2), 33–

- Cohen, D. B., Mont, M. A., Campbell, K. R., Vogelstein, B. N., & Loewy, J. W. (1994). Upper extremity physical factors affecting tennis serve velocity. *The American journal of sports medicine*, 22(6), 746–750.
- Cometti, G., Maffiuletti, N., Pousson, M., Chatard, J.-C., & Maffulli, N. (2001). Isokinetic strength and anaerobic power of elite, subelite and amateur French soccer players. *International journal of sports medicine*, 22(01), 45–51.
- Cotte, T., & Chatard, J. (2011). Isokinetic strength and sprint times in English premier league football players. *Biology of Sport*, 28(2), 89.
- Craib, M. W., Mitchell, V. A., Fields, K. B., Cooper, T. R., Hopewell, R., & Morgan, D. W. (1996). The association between flexibility and running economy in sub-elite male distance runners. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28(6), 737–743.
- Creaby, M. W., Hunt, M. A., Hinman, R. S., & Bennell, K. L. (2013). Sagittal plane joint loading is related to knee flexion in osteoarthritic gait. *Clinical Biomechanics*, 28(8), 916–920.
- Croisier, J.-L., Ganteaume, S., Binet, J., Genty, M., & Ferret, J.-M. (2008). Strength imbalances and prevention of hamstring injury in professional soccer players: a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 36(8), 1469–1475.
- Crowder, T. A., Ferrara, A. L., & Levinbook, M. D. (2013). Creation of a criterion-referenced military optimal performance challenge. *Military medicine*, 178(10), 1085–1101.
- Davies, G., Kirkendall, D., Leigh, D., Lui, M., Reinbold, T., & Wilson, P. (1981). # 13: Isokinetic Characteristics Of Professional Football Players: I. Normative Relationships Between Quadriceps And

- Hamstring Muscle Groups And Relative To Body Weight. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 13(2), 76.
- de Zwart, B. C., Broersen, J. P., Frings-Dresen, M. H., & van Dijk, F. J. (1997). Musculoskeletal complaints in the Netherlands in relation to age, gender and physically demanding work. *International archives of occupational and environmental health*, 70(5), 352–360.
- Deakin, J. M., Pelot, R., Smith, J. T., Weber, C. L., Fortier, L. D., Rice, B. L., Fortier, C. J., Kuhnke, T. J. N. (2000). Development and validation of canadian forces minimum physical fitness standard (MPFS 2000). *Ergonomics Research Group, Queen's University, Kingston, Ontario*.
- Dean, C. E. (2008). The Modern Warrior's Combat Load—Dismounted Operations in Afghanistan. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 40(5), 60.
- Dietrich, H. (1982). Principles of sports training. *Berlin: Interdruck Graphister Grow Bhetrick*.
- Dowson, M., Nevill, M. E., Lakomy, H., Nevill, A. M., & Hazeldine, R. (1998). Modelling the relationship between isokinetic muscle strength and sprint running performance. *Journal of Sports Sciences*, 16(3), 257–265.
- Dziados, J. E., Damokosh, A. I., Mello, R. P., Vogel, J. A., Farmer, K. L., Jr., & Army Research Inst Of Environmental Medicine Natick, M. A. (1987). *Physiological Determinants of Load Bearing Capacity*. Ft. Belvoir: Defense Technical Information Center.
- Ellenbecker, T. S., & Davies, G. J. (2000). The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex. *Journal of athletic training*, 35(3), 338.

- Evangelidis, P. E., Massey, G. J., Pain, M. T., & Folland, J. P. (2016). Strength and size relationships of the quadriceps and hamstrings with special reference to reciprocal muscle balance. *European journal of applied physiology*, 116(3), 593–600.
- Farrell, M., & Richards, J. G. (1986). Analysis of the reliability and validity of the kinetic communicator exercise device. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 18(1), 44–49.
- Flanagan, E. P., & Harrison, A. J. (2007). Muscle dynamics differences between legs in healthy adults. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 21(1), 67–72.
- Fleck, S. J., Smith, S. L., Craib, M. W., Denahan, T., Snow, R. E., & Mitchell, M. L. (1992). Upper Extremity Isokinetic Torque and Throwing Velocity in Team Handball. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 6(2), 120–124.
- Fleishman, E. A. (1978). Relating individual differences to the dimensions of human tasks. *Ergonomics*, 21(12), 1007–1019.
- Gleim, G. W., Stachenfeld, N. S., & Nicholas, J. A. (1990). The influence of flexibility on the economy of walking and jogging. *Journal of orthopaedic research*, 8(6), 814–823.
- Godges, J. J., MacRae, H., Longdon, C., Tinberg, C., & MacRae, P. (1989). The effects of two stretching procedures on hip range of motion and gait economy. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10(9), 350–357.
- Grace, T., Sweetser, E., Nelson, M., Ydens, L., & Skipper, B. (1984). Isokinetic muscle imbalance and knee–joint injuries. A prospective blind study. *J Bone Joint Surg Am*, 66(5), 734–740.
- Harman, E., & Army research inst of environmental medicine natick, m.

- (1997). *Effects of a Specifically Designed Physical Conditioning Program on the Load Carriage and Lifting Performance of Female Soldiers*. [United States]: Army research inst of environmental medicine natick ma.
- Harman, E., Hoon, K., Frykman, P., Pandorf, C., & Army Research Inst Of Environmental Medicine Natick Ma Military, P. (2000). *The Effects of backpack weight on the biomechanics of load carriage*. Ft. Belvoir: Defense Technical Information Center.
- Harman, E. A., Gutekunst, D. J., Frykman, P. N., Sharp, M. A., Nindl, B. C., Alemany, J. A., & Mello, R. P. (2008). Prediction of simulated battlefield physical performance from field-expedient tests. *Military medicine*, 173(1), 36–41.
- Hendrickson, N. R., Sharp, M. A., Alemany, J. A., Walker, L. A., Harman, E. A., Spiering, B. A., . . . Kraemer, W. J. (2010). Combined resistance and endurance training improves physical capacity and performance on tactical occupational tasks. *European journal of applied physiology*, 109(6), 1197–1208.
- Hopkins, W. G., & Walker, N. P. (1988). The meaning of “physical fitness” . *Preventive Medicine*, 17(6), 764–773.
- Hulens, M., Vansant, G., Lysens, R., Claessens, A. L., & Muls, E. (2002). Assessment of isokinetic muscle strength in women who are obese. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 32(7), 347–356.
- Jones, A. M. (2002). Running economy is negatively related to sit-and-reach test performance in international-standard distance runners. *International journal of sports medicine*, 23(01), 40–43.
- Jones, A. M., & Carter, H. (2000). The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. *Sports Medicine*, 29(6), 373–386.

- Kannus, P. (1991). Relationship between peak torque and angle-specific torques in an isokinetic contraction of normal and laterally unstable knees. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 13(2), 89–94.
- Knapik, J., & Army Research Inst Of Environmental Medicine Natick, M. A. (1989). *Loads Carried by Soldiers: Historical, Physiological, Biomechanical and Medical Aspects*. Ft. Belvoir: Defense Technical Information Center.
- Knapik, J., Staab, J., Bahrke, M., O'Connor, J., Sharp, M., Frykman, P., . . . Vogel, J. (1990). *Relationship of soldier load carriage to physiological factors, military experience and mood states*. Ft. Belvoir: Defense Technical Information Center.
- Knapik, J. J., Bauman, C. L., Jones, B. H., Harris, J. M., & Vaughan, L. (1991). Preseason strength and flexibility imbalances associated with athletic injuries in female collegiate athletes. *The American journal of sports medicine*, 19(1), 76–81.
- Knapik, J. J., & East, W. B. (2014). History of United States Army physical fitness and physical readiness testing. *US Army Medical Department Journal*, 5–19.
- Knapik, J. J., Harman, E. A., Steelman, R. A., & Graham, B. S. (2012). A systematic review of the effects of physical training on load carriage performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26(2), 585–597.
- Knapik, J. J., Rieger, W., Palkoska, F., Van Camp, S., & Darakjy, S. (2009). United States Army physical readiness training: rationale and evaluation of the physical training doctrine. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(4), 1353–1362.

- Knapik, J. J., Sharp, M. A., Canham–Chervak, M., Hauret, K., Patton, J. F., & Jones, B. H. (2001). Risk factors for training–related injuries among men and women in basic combat training. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 946–954.
- Knapik, J. J., Sharp, M. A., Darakjy, S., Jones, S. B., Hauret, K. G., & Jones, B. H. (2006). Temporal changes in the physical fitness of US Army recruits. *Sports Medicine*, 36(7), 613–634.
- Kokko, S., Selänne, H., Alanko, L., Heinonen, O. J., Korpelainen, R., Savonen, K., . . . Aira, T. (2015). Health promotion activities of sports clubs and coaches, and health and health behaviours in youth participating in sports clubs: the Health Promoting Sports Club study. *BMJ open sport & exercise medicine*, 1(1), e000034.
- Kraemer, W. J., & Szivak, T. K. (2012). Strength training for the warfighter. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 26, S107–S118.
- Kuruganti, U., Parker, P., Rickards, J., Tingley, M., & Sexsmith, J. (2005). Bilateral isokinetic training reduces the bilateral leg strength deficit for both old and young adults. *European journal of applied physiology*, 94(1–2), 175–179.
- Lay, A. N., Hass, C. J., Nichols, T. R., & Gregor, R. J. (2007). The effects of sloped surfaces on locomotion: an electromyographic analysis. *Journal of biomechanics*, 40(6), 1276–1285.
- Lennemann, L. M., Sidrow, K. M., Johnson, E. M., Harrison, C. R., Vojta, C. N., & Walker, T. B. (2013). The influence of agility training on physiological and cognitive performance. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(12), 3300–3309.
- Lentell, G. L., Cashman, P. A., Shiimoto, K. J., & Spry, J. T. (1988). The effect of knee position on torque output during inversion and

- eversion movements at the ankle. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 10(5), 177–183.
- Leroux, A., Fung, J., & Barbeau, H. (1999). Adaptation of the walking pattern to uphill walking in normal and spinal–cord injured subjects. *Experimental brain research*, 126(3), 359–368.
- Leroux, A., Fung, J., & Barbeau, H. (2002). Postural adaptation to walking on inclined surfaces: I. Normal strategies. *Gait & posture*, 15(1), 64–74.
- Malliou, P., Ispirlidis, I., Beneka, A., Taxildaris, K., & Godolias, G. (2003). Vertical jump and knee extensors isokinetic performance in professional soccer players related to the phase of the training period. *Isokinetics and exercise science*, 11(3), 165–169.
- Masuda, K., Kikuhara, N., Demura, S., Katsuta, S., & Yamanaka, K. (2005). Relationship between muscle strength in various isokinetic movements and kick performance among soccer players. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 45(1), 44.
- McCaig, R., & Gooderson, C. (1986). Ergonomic and physiological aspects of military operations in a cold wet climate. *Ergonomics*, 29(7), 849–857.
- McGregor, A., Hill, A., & Grewar, J. (2004). Trunk strength patterns in elite rowers. *Isokinetics and exercise science*, 12(4), 253–261.
- Mello, R. P., Damokosh, A. I., Reynolds, K. L., Witt, C. E., & Vogel, J. A. (1988). *The physiological determinants of load bearing performance at different march distances*. Ft. Belvoir: Defense Technical Information Center.
- Menzel, H.–J., Chagas, M. H., Szmuchrowski, L. A., Araujo, S. R., de Andrade, A. G., & de Jesus–Moraleida, F. R. (2013). Analysis of

- lower limb asymmetries by isokinetic and vertical jump tests in soccer players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 27(5), 1370–1377.
- Moffroid, M., Whipple, R., Hofkosh, J., Lowman, E., & Thistle, H. (1969). A study of isokinetic exercise. *Physical Therapy*, 49(7), 735–747.
- Molczyk, L., Thigpen, L. K., Eickhoff, J., Goldgar, D., & Gallagher, J. (1991). Reliability of Testing the Knee Extensors and Flexors in Healthy Adult Women Using a Cybex® II Isokinetic Dynamometer. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 14(1), 37–41.
- Mullins, N. (2012). Obstacle Course Challenges: History, Popularity, Performance Demands, Effective Training, and Course Design. *Journal of Exercise Physiology Online*, 15(2).
- Murphy, A. J., & Wilson, G. J. (1996). Poor correlations between isometric tests and dynamic performance: relationship to muscle activation. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 73(3–4), 353–357.
- Myers, D., Gebhardt, D., Crump, C., & Fleishman, E. (1984). *Validation of the military entrance physical selection strength capacity test*. USARIEM Technical Report, 610, Natick, MA, USA.
- Myers, D. C., Gebhardt, D. L., Crump, C. E., & Fleishman, E. A. (1993). The dimensions of human physical performance: factor analysis of strength, stamina, flexibility, and body composition measures. *Human Performance*, 6(4), 309–344.
- Nato, R., & Technology Organization, N.–S.–S. (2009). *Optimizing Operational Physical Fitness (Optimisation de L'Aptitude Physique Operationnelle)*. Ft. Belvoir: Defense Technical Information Center.
- Nelson, A., Kokkonen, J., Eldredge, C., Cornwell, A., & Glickman-Weiss, E.

- (2001). Chronic stretching and running economy. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 11(5), 260–265.
- Newman, M. A., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E. (2004). Relationships between isokinetic knee strength, single-sprint performance, and repeated-sprint ability in football players. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 18(4), 867–872.
- Nindl, B. C., & Army War, C. (2012). *Strategies for enhancing military physical readiness in the 21st century*. Carlisle Barracks, PA: U.S. Army War College.
- Nindl, B. C., Castellani, J. W., Warr, B. J., Sharp, M. A., Henning, P. C., Spiering, B. A., & Scofield, D. E. (2013). Physiological Employment Standards III: physiological challenges and consequences encountered during international military deployments. *European journal of applied physiology*, 113(11), 2655–2672.
- Noguchi, T., Demura, S.-i., & Nagasawa, Y. (2012). Relationship between Ball Kick Velocity and Leg Strength: A Comparison between Soccer Players and Other Athletes. *Advances in Physical Education*, 2(03), 95.
- Nottrodt, J., & Celentano, E. (1987). Development of predictive selection and placement tests for personnel evaluation. *Applied ergonomics*, 18(4), 279–288.
- NOWELS, R., & TSAC-F, U. (2015). OBSTACLE COURSE TRAINING TO ENHANCE ARMY PHYSICAL READINESS. *TSAC REPORT*, 26.
- Nye, R. H. (2001). *The Challenge of Command: Reading for Military Excellence*: Penguin.
- Olson, E., & Stophel, W. (2008). *The Marine Corps Physical Fitness Test: The Need to Replace it with a Combat Fitness Test*. Ft. Belvoir:

- Paasuke, M., Ereline, J., & Gapeyeva, H. (2001). Knee extension strength and vertical jumping performance in nordic combined athletes. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 41(3), 354.
- Pandorf, C. E., Harman, E. A., Frykman, P. N., Patton, J. F., Mello, R. P., & Nindl, B. C. (2002). Correlates of load carriage and obstacle course performance among women. *Work*, 18(2), 179–189.
- Paradisis, G. P., & Cooke, C. B. (2001). Kinematic and postural characteristics of sprint running on sloping surfaces. *Journal of Sports Sciences*, 19(2), 149–159.
- Pate, R. R. (1988). The evolving definition of physical fitness. *Quest*, 40(3), 174–179.
- Paul, S., Bhattacharyya, D., Chatterjee, T., & Majumdar, D. (2016). Effect of uphill walking with varying grade and speed during load carriage on muscle activity. *Ergonomics*, 59(4), 514–525.
- Pellegrini, B., Peyré–Tartaruga, L. A., Zoppiroli, C., Bortolan, L., Bacchi, E., Figard–Fabre, H., & Schena, F. (2015). Exploring muscle activation during nordic walking: a comparison between conventional and uphill walking. *PloS one*, 10(9), e0138906.
- Perrin, D. H. (1993). *Isokinetic exercise and assessment*: Human Kinetics.
- Pincivero, D., Lephart, S., & Karunakara, R. (1997). Reliability and precision of isokinetic strength and muscular endurance for the quadriceps and hamstrings. *International journal of sports medicine*, 18(02), 113–117.
- Plisky, P. J., Gorman, P. P., Butler, R. J., Kiesel, K. B., Underwood, F. B., & Elkins, B. (2009). The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *North*

American journal of sports physical therapy: NAJSPT, 4(2), 92.

Powers, S. (2014). *Exercise physiology: Theory and application to fitness and performance*: McGraw–Hill Higher Education.

Prentice, S. D., Hasler, E. N., Groves, J. J., & Frank, J. S. (2004). Locomotor adaptations for changes in the slope of the walking surface. *Gait & posture*, 20(3), 255–265.

PYTEL, J. L., & KAMON, E. (1981). Dynamic strength test as a predictor for maximal and acceptable lifting. *Ergonomics*, 24(9), 663–672.

Rayson, M. (1998). The development of physical selection procedures. Phase 1: Job analysis. *Contemporary Ergonomics*, 393–397.

Rayson, M., Holliman, D., & Belyavin, A. (2000). Development of physical selection procedures for the British Army. Phase 2: relationship between physical performance tests and criterion tasks. *Ergonomics*, 43(1), 73–105.

Rice, V. J., & Sharp, M. A. (1994). Prediction of performance on two stretcher–carry tasks. *Work*, 4(3), 201–210.

Robertson, D. W., & Trent, T., & Navy Personnel Research and Development Center San Diego CA Manpower and Personnel LAB. (1985). *Documentation of muscularly demanding job tasks and validation of an occupational strength test battery (STB)*. Ft. Belvoir: Defense Technical Information Center.

Robinson, M., Siddall, A., Bilzon, J., Thompson, D., Greeves, J., Izard, R., & Stokes, K. (2016). Low fitness, low body mass and prior injury predict injury risk during military recruit training: a prospective cohort study in the British Army. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 2(1), e000100.

Robinson, R. H., & Gribble, P. A. (2008). Support for a reduction in the

- number of trials needed for the star excursion balance test. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 89(2), 364–370.
- Roy, T. C., Knapik, J. J., Ritland, B. M., Murphy, N., & Sharp, M. A. (2012). Risk factors for musculoskeletal injuries for soldiers deployed to Afghanistan. *Aviation, space, and environmental medicine*, 83(11), 1060–1066.
- Roy, T. C., Springer, B. A., McNulty, V., & Butler, N. L. (2010). Physical fitness. *Military Medicine*, 175.
- Sammito, S., Gundlach, N., & Böckelmann, I. (2016). Injuries caused during military duty and leisure sport activity. *Work*, 54(1), 121–126.
- Schlumberger, A., Laube, W., Bruhn, S., Herbeck, B., Dahlinger, M., Fenkart, G., . . . Mayer, F. (2006). Muscle imbalances—fact or fiction? *Isokinetics and exercise science*, 14(1), 3–11.
- Sharp, M. A., Patton, J. F., & Vogel, J. A. (1996). A Data Base of Physically Demanding Tasks Performed by U.S. Army Soldiers. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 40(13), 673–677.
- Simpson, R. J., Gray, S. C., & Florida-James, G. D. (2006). Physiological variables and performance markers of serving soldiers from two “elite” units of the British Army. *Journal of Sports Sciences*, 24(06), 597–604.
- Smith, R. M., & Spinks, W. L. (1995). Discriminant analysis of biomechanical differences between novice, good and elite rowers. *Journal of Sports Sciences*, 13(5), 377–385.
- Sole, G., Hamrén, J., Milosavljevic, S., Nicholson, H., & Sullivan, S. J. (2007). Test–retest reliability of isokinetic knee extension and flexion.

- Archives of physical medicine and rehabilitation*, 88(5), 626–631.
- Spry, S., Zebas, C., & Visser, M. (1993). What is leg dominance?. In *ISBS–Conference Proceedings Archive* (Vol. 1, No. 1).
- Tachibana, K., Yashiro, K., Miyazaki, J., IKEGAMI, Y., & Higuchi, M. (2007). Muscle cross-sectional areas and performance power of limbs and trunk in the rowing motion. *Sports Biomechanics*, 6(1), 44–58.
- Teves, M. A., Wright, J. E., Vogel, J. A., United, S., Army Medical, R., & Development, C. (1985). *Performance on selected candidate screening test procedures before and after army basic and advanced individual training*. Natick, Mass.: U.S. Army Research Institute of Environmental Medicine.
- Thomas, T., Zebas, C., Bahrke, M., Araujo, J., & Etheridge, G. (1983). Physiological and psychological correlates of success in track and field athletes. *British journal of sports medicine*, 17(2), 102–109.
- Training, U. A., & Command, D. (2010). Army Physical Readiness Training Circular (TC 3–22.20). *Headquarters, Department of the Army, Washington, DC*.
- Trehearn, T. L., & Buresh, R. J. (2009). Sit-and-reach flexibility and running economy of men and women collegiate distance runners. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 23(1), 158–162.
- Valk, P. J. L., Pasman, W. J., & Tno. (2005). *Physical Demands, Mental Performance and Food Components in Military Settings*. Soesterberg: TNO.
- Vickers, R. R. J., & NAVAL HEALTH RESEARCH CENTER SAN DIEGO CA. (2002). *Physical Strength and Performance of Moderate Duration Physical Tasks*. Ft. Belvoir: Defense Technical Information Center.
- Vithoulka, I., Beneka, A., Malliou, P., Aggelousis, N., Karatsolis, K., &

- Diamantopoulos, K. (2010). The effects of Kinesio-Taping® on quadriceps strength during isokinetic exercise in healthy non athlete women. *Isokinetics and exercise science*, 18(1), 1–6.
- Wathen, D. (1994). Muscle balance. *Essentials of strength training and conditioning*, 424–430.
- Wegrzyn, J., Luciani, J.-F., Philippot, R., Brunet-Guedj, E., Moyen, B., & Besse, J.-L. (2010). Chronic Achilles tendon rupture reconstruction using a modified flexor hallucis longus transfer. *International orthopaedics*, 34(8), 1187–1192.
- Williams, A. G. (2005). Effects of basic training in the British Army on regular and reserve army personnel. *Journal of strength and conditioning research*, 19(2), 254.
- Wilson, G. J., & Murphy, A. J. (1996). The use of isometric tests of muscular function in athletic assessment. *Sports Medicine*, 22(1), 19–37.
- Winter, D. A. (2009). *Biomechanics and motor control of human movement*: John Wiley & Sons.
- Wooden, M. J., Greenfield, B., Johanson, M., Litzelman, L., Mundrane, M., & Donatelli, R. A. (1992). Effects of strength training on throwing velocity and shoulder muscle performance in teenage baseball players. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 15(5), 223–228.
- Yokozawa, T., Fujii, N., & Ae, M. (2007). Muscle activities of the lower limb during level and uphill running. *Journal of biomechanics*, 40(15), 3467–3475.

Abstract

Effect of Isokinetic Muscle Function and Fitness Components on Military Performance

Choi, Young Hwan

Department of Physical Education

The Graduate School

Seoul National University

The purpose of this study is to analyse the relationship between military performance and the isokinetic muscle function and fitness component of the Korea Military Academy (KMA) cadets, in order to deduce fitness components needed to improve mission capability and provide a basis for soldiers to develop a suitable military physical training program.

42 junior-year male cadets were recruited from the KMA who passed the military medical examination and were free from musculoskeletal injuries within 3 months. Military performance was

evaluated by mountain running, obstacle course, total combat performance. The total conducting time was assessed with each task. Isokinetic muscle function was assessed by muscle strength, muscle endurance and strength ratio at the lumbar joint, knee joint and ankle joint of the subjects. Fitness components were assessed by cardiorespiratory fitness, upper body muscle endurance, body composition, dynamic balance and flexibility.

Correlation analyses revealed significant relation between mountain running and the following variables: cardiorespiratory fitness, peak torque of trunk extension, peak torque of knee flexion, strength ratio of ham/quad and bilateral strength deficit of knee flexion. As a result of multiple regression analyses of the these factors and mountain running, strength of knee flexion was revealed to have the greatest influence on mountain running, followed by cardiorespiratory fitness. The obstacle course was revealed to have significant correlation with flexibility, while total combat behavior showed no significant correlation with any of the assessed variables.

In conclusion, this study identified that muscle function of the lumbar joint, knee joint and flexibility have significant association with military performance, besides cardiorespiratory fitness and upper body muscle endurance that are currently assessed in existing Army physical fitness test. Therefore, military physical training programs which enhance muscle function and various fitness components associated with improved military performance should

be developed and implemented along with the currently existing Army physical fitness test in order to increase mission capability of the soldiers.

Keywords : Military Performance, Isokinetic Muscle Function,
Fitness Component, Multiple Regression

Student Number : 2016-21634